

---

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Armando Raimundo e Professor Doutor Nuno Batalha, orientadores desta dissertação, pelo apoio incondicional e humildade com que me transmitiram os seus vastos conhecimentos científicos ao longo da minha licenciatura e em particular na realização desta dissertação.

Aos Professores Doutores (a), Orlando Fernandes, Catarina Moraes e Pablo Carús, do Departamento de Desporto e Saúde da Universidade de Évora pelo apoio prestado ao longo de toda a minha formação académica.

A todas as meninas que se disponibilizaram e participaram neste estudo:

Alunas da Escola Secundária Severim Faria, atletas de Futsal do Internacional Sport Clube e atletas de Nataação Pura e Sincronizada do Aminata Évora Clube de Nataação.

Ao Aminata Évora Clube de Nataação, por me permitir utilizar as suas instalações.

A todos os colegas de licenciatura e mestrado pelo companheirismo, partilha de experiências e conhecimentos.

Aos amigos Carla Romaneiro, Ana Carrageta, António Pinto, Joaquim Barroso e Joaquim Condeça pela colaboração prestada.

Um agradecimento enorme a toda a minha família pelo apoio e paciência que tiveram para comigo ao longo deste meu percurso académico.

Um agradecimento muito especial à minha esposa Graciete, pela imensa paciência e constante motivação.

Dedico este meu estudo aos meus pais, Agostinho Pires, Maria Joaquina Pires, ao meu Padrinho Bernardino Pires pelos exemplos que me transmitiram, a eles devo muito do que sou hoje. **Estou-lhes eternamente agradecido.**

---

## RESUMO

O estudo pretende comparar o efeito de diferentes tipos de exercício físico na composição corporal e força em jovens desportistas do sexo feminino. A amostra foi constituída por vinte e seis desportistas femininas com idades compreendidas entre os 16 e 21 anos. Previamente ao início do estudo foram sujeitas ao 1º momento de avaliação, e após vinte e quatro semanas realizaram o segundo e ultimo momento de avaliação. Os parâmetros avaliados foram a composição corporal através da técnica de absorciometria radiológica de dupla energia; a força isocinética, nomeadamente os momentos de força (peak-torques) e rácios nos músculos extensores e flexores do joelho; a potência muscular nos membros inferiores através dos saltos verticais Squat jump e Countermovement jump. Posteriormente foram separadas em quatro grupos, grupo natação e exercício vibratório (NAT EV; n= 6), grupo natação (NAT; n=6), grupo futsal (FUTS; n= 6) e o grupo de controlo (CONT; n= 8).

O grupo (NAT/EV), participou num programa de exercício vibratório (EV), três sessões por semana complementar ao treino de natação. O grupo de (NAT) cumpriu o plano de treino correspondente à disciplina, o grupo de (FUTS) cumpriu o treino referente à respetiva modalidade, o grupo controlo (CONT) realizou somente os exercícios físicos inerentes às aulas de educação física na escola. Resultados: Nas comparações inter grupos, verificou-se no grupo FUTS um aumento de  $0,1 \text{ (g/m}^2\text{)} \pm 0,0$  nos valores da DMO-PE, quando comparado com o grupo de CONT, nas comparações intra grupo o grupo de NAT EV registou um acréscimo de  $0,1 \text{ (g/m}^2\text{)} \pm 0,1$  nos valores da DMO-TC.

Em conclusão, os resultados obtidos sugerem que a modalidade de FUTS promoveu mais alterações na composição corporal, nomeadamente na DMO-PE, no entanto dados conseguidos pelo grupo de NAT EV sugerem que o exercício vibratório poderá influenciar positivamente o incremento da DMO.

Palavras – chave: Força isocinética; equilíbrio muscular; exercício vibratório; jovens atletas; densidade mineral óssea.

---

## ABSTRACT

The objective of this study was to compare the effect of different types of exercise on body composition and strength in young female athletes.

The sample consisted of twenty-six female athletes aged between 16 and 21. Before the study there was a 1st evaluation point, after twenty-four weeks there was the 2<sup>nd</sup> and final evaluation. We evaluated body composition through x-ray absorptiometry technique of dual energy, isokinetic strength, including the peak-torques and ratios in the extensor and flexor muscles of the knee; the muscle power in the lower limbs was evaluated through the vertical jumps Squat jump and countermovement jump. During the study they were separated into four groups, swimming exercise group and vibration (NAT EV; n = 6), swimming group (NAT; n= 6), futsal group (FUTS; n= 6) and control group (CONT; n= 8).

The NAT/EV group, participated in a vibrating exercise program (EV), complementary to swimming training, with three sessions per week. The NAT group fulfilled the corresponding swimming workout plan, FUTS group fulfilled the training related to futsal, the CONT group only performed the usual exercises in physical education classes at school. Results: In intergroup comparisons, there was an increase in FUTS group of  $0.1 \text{ (g / m}^2\text{)} \pm 0.0$  in the values of MBD-PE, when compared with the CONT group comparisons in intra-group group NAT EV increased by  $0.1 \text{ (g / m}^2\text{)} \pm 0.1$  in BMD-TC values.

In conclusion, the results suggest that FUTS group promoted more changes in body composition, particularly in BMD-PE, but data obtained by NAT EV group suggest that vibration exercise can positively influence the increase in BMD.

Key - words: isokinetic strength; muscle balance; vibrating exercise; young athletes; bone mineral density.

---

# ÍNDICE GERAL

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMENTOS .....                                                     | i   |
| RESUMO .....                                                             | ii  |
| ABSTRACT .....                                                           | iii |
| CAPITULO I – INTRODUÇÃO .....                                            | 1   |
| 1. Enquadramento do problema.....                                        | 1   |
| 2. Definição do problema .....                                           | 3   |
| 3. Objetivos.....                                                        | 3   |
| 3.1. Objetivos gerais.....                                               | 3   |
| 3.2. Objetivos específicos. ....                                         | 4   |
| CAPÍTULO II–REVISÃO DA LITERATURA.....                                   | 5   |
| CAPÍTULO II–REVISÃO DA LITERATURA.....                                   | 7   |
| 1. Exercício físico .....                                                | 7   |
| 1.1. Exercício físico e saúde. ....                                      | 7   |
| 1.2. Estudos realizados no âmbito da atividade física. ....              | 10  |
| 1.2.1. Força muscular.....                                               | 12  |
| 1.2.2. Classificação das modalidades desportivas. ....                   | 13  |
| 2. Caracterização do exercício em função do impacto causado. ....        | 15  |
| 2.1. Exercício de baixo impacto. ....                                    | 15  |
| 2.2. Exercício de moderado impacto.....                                  | 15  |
| 2.3. Exercício de alto impacto. ....                                     | 15  |
| 2.4. Exercício em Plataforma Vibratória.....                             | 15  |
| 2.5. Caracterização do exercício vibratório.....                         | 16  |
| 2.6. Efeitos do exercício vibratório na composição corporal e força..... | 17  |
| 3. Composição Corporal.....                                              | 18  |
| 3.1. Componentes corporais. ....                                         | 18  |
| 3.2. Massa Isenta Gordura .....                                          | 19  |
| 3.2.1. Massa Muscular .....                                              | 19  |
| 3.3. Massa Gorda.....                                                    | 20  |
| 3.4. Massa Óssea .....                                                   | 20  |
| 3.4.1. Densidade Mineral Óssea. ....                                     | 21  |
| 3.5. Conteúdo Mineral Ósseo.....                                         | 21  |
| 3.6. Avaliação da composição corporal. ....                              | 21  |
| 3.7. Absortometria Radiológica de Dupla Energia. ....                    | 22  |
| 4. Avaliação da força isocinética .....                                  | 23  |

---

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. Dinamometria isocinética. ....                                                    | 23 |
| 4.2. Testes isocinéticos. ....                                                         | 23 |
| 4.2.1. Dinamómetro utilizado na avaliação Isocinética. ....                            | 24 |
| 4.2.2. Posição de avaliação. ....                                                      | 25 |
| 4.2.3. Utilização de valores normativos. ....                                          | 25 |
| 4.2.4. Correção ao efeito da gravidade ....                                            | 26 |
| 4.2.5. Velocidade angular. ....                                                        | 27 |
| 5. Parâmetros de análise em avaliações isocinéticas. ....                              | 27 |
| 5.1. “Peak” torque. ....                                                               | 27 |
| 5.2. Rácio. ....                                                                       | 28 |
| 6. Avaliação da capacidade de impulsão vertical e potência muscular. ....              | 29 |
| 6.1. Testes para avaliar a capacidade de salto vertical ....                           | 31 |
| 6.1.1. Teste de Sargent. ....                                                          | 31 |
| 6.1.2. Teste de Abalakov. ....                                                         | 31 |
| 6.1.3. O Sistema Ergo Jump de Bosco. ....                                              | 32 |
| 6.1.4. Característica geral do sistema Ergo Jump. ....                                 | 33 |
| 6.2. Pertinência do estudo. ....                                                       | 33 |
| CAPITULO III – METODOLOGIA. ....                                                       | 34 |
| 1. Amostra. ....                                                                       | 34 |
| 2. Procedimentos ....                                                                  | 36 |
| 2.1. Características dos diferentes programas de exercício. ....                       | 37 |
| 3. Instrumentos e variáveis do estudo. ....                                            | 39 |
| 3.1. Exercício vibratório. ....                                                        | 39 |
| 3.2. Composição corporal ....                                                          | 40 |
| 3.2.1. Posição. ....                                                                   | 40 |
| 3.2.2. Protocolos. ....                                                                | 41 |
| 3.2.3. Variáveis de estudo. ....                                                       | 41 |
| 3.3. Avaliação da força isocinética nos músculos extensores e flexores do joelho. .... | 41 |
| 3.3.1. Posição. ....                                                                   | 42 |
| 3.3.2. Protocolos utilizados ....                                                      | 42 |
| 3.3.3. Variáveis de estudo. ....                                                       | 43 |
| 3.4. Avaliação da capacidade de salto vertical ....                                    | 43 |
| 3.4.1. Salto vertical Squat Jump. ....                                                 | 44 |
| 3.4.2. Salto vertical Countermovement Jump. ....                                       | 45 |
| 3.4.3. Protocolos utilizados na avaliação do salto vertical SJ e CMJ. ....             | 45 |
| 4. Tratamento estatístico. ....                                                        | 46 |
| CAPITULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS. ....                                        | 48 |

---

|                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Efeitos de 24 semanas de treino na composição corporal. ....                                                                                      | 48  |
| 2. Efeitos de 24 semanas de treino na força isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho. ....                                           | 52  |
| 3. Efeitos de 24 semanas de treino na potência muscular dos membros inferiores. ....                                                                 | 57  |
| CAPITULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....                                                                                                          | 58  |
| 1. Efeitos de um período de treino de 24 semanas na composição corporal. ....                                                                        | 58  |
| 2. Caracterização do perfil da força isocinética nos músculos flexores e extensores dos Joelhos e respetivos rácios no momento pré intervenção. .... | 60  |
| 3. Efeitos de um período de treino de 24 semanas no perfil da força nos músculos flexores e extensores dos joelhos e respetivos rácios. ....         | 61  |
| 4. Comparação dos valores de rácios entre membro dominante e não dominante. ....                                                                     | 63  |
| 5. Efeitos de 24 semanas de treino na potência muscular. ....                                                                                        | 63  |
| 6. Controlo da atividade física e intensidades realizada durante o estudo.....                                                                       | 65  |
| 7. Limitações do estudo. ....                                                                                                                        | 65  |
| CAPITULO VI – CONCLUSÕES.....                                                                                                                        | 66  |
| CAPITULO VII – PERSPETIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA .....                                                                                              | 66  |
| 1. Perspetivas de investigação futura .....                                                                                                          | 66  |
| BIBLIOGRAFIA.....                                                                                                                                    | 67  |
| ANEXOS                                                                                                                                               |     |
| ANEXO 1 – Declaração de consentimento informado.....                                                                                                 | i   |
| ANEXO 2 – Escala para determinar a magnitude do efeito na investigação do treino da força..                                                          | iii |
| ANEXO 3 – Tabela de classificação do I.M.C.....                                                                                                      | iv  |
| ANEXO 4 – Nomograma de Lewis para determinar a potência de salto.....                                                                                | v   |

---

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Força de reação do solo de algumas atividades físicas. Adaptado de Groothausen, 1997.....                                                                                                                                                                                                                                      | 14 |
| Quadro 2 - Motivos apontados para a não conclusão/abandono do processo de avaliação. ....                                                                                                                                                                                                                                                 | 35 |
| Quadro 3 - Parâmetros de caracterização da amostra (Média, Desvio padrão da massa corporal (kg), altura (cm) e Índice Massa Corporal (kg/m <sup>2</sup> ), pré intervenção, P – teste t para amostras independentes. ....                                                                                                                 | 35 |
| Quadro 4 - Programa de NAT EV: .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 37 |
| Quadro 5 – Resultados da Massa (kg), da altura (cm) e do IMC (kg/m <sup>2</sup> ), pré e pós intervenção. ....                                                                                                                                                                                                                            | 48 |
| Quadro 6 – Resultados pré e pós intervenção do conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea em todo o corpo, CMO-TC e DMO-TC.....                                                                                                                                                                                                     | 49 |
| Quadro 7 – Resultados pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), nas variáveis gordura na perna esquerda (G-PE), massa magra na perna esquerda (MM-PE), gordura na perna direita (G-PD), massa magra na perna direita (MM-PD). ....                                                             | 50 |
| Quadro 8 – Resultados pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), nas variáveis conteúdo mineral ósseo na perna esquerda (CMO-PE), densidade mineral óssea na perna esquerda (DMO-PE), conteúdo mineral ósseo na perna direita (CMO-PD), densidade mineral óssea na perna direita (DMO-PD). .... | 51 |
| Quadro 9 - Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), do Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no (MD), na velocidade angular de 60°/s. ....                                                                           | 52 |
| Quadro 10 - Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), dos Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro dominante (MND), na velocidade angular de 60°/s. ....                                                       | 53 |
| Quadro 11 - Resultados, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), do Peak - Torque (Nm), Rácios (%) realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro dominante (MD), na velocidade angular de 180°/s. ...                                                                      | 54 |
| Quadro 12 - Resultados, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média ± DP), dos Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro não dominante (MND), na velocidade angular de 180°/s. ....                                                             | 55 |
| Quadro 13 – Comparação do PT nos membros inferiores dominante (MID) e não dominante (MIND) à velocidade angular de 60°/s em diferentes modalidades desportivas praticadas por atletas do sexo feminino. ....                                                                                                                              | 56 |

---

|                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 14 – Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respetivos desvios padrão (média $\pm$ DP), no salto vertical Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump referente á altura de salto (AL) e tempo de voo (TV)..... | 57 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Teste de Sargent - Jump and reach (Mynameisalex).....                            | 31 |
| Figura 2 - Teste de Abalakov (retirado de Cometti,1998). ....                               | 31 |
| Figura 3 - Diagrama representativo do desenho da situação experimental. ....                | 36 |
| Figura 4 - Posição estática. ....                                                           | 38 |
| Figura 5 - Posição dinâmica. ....                                                           | 38 |
| Figura 6 - A plataforma vibratória Galileo 2000, (Galileo Fitness). ....                    | 39 |
| Figura 7 - (DEXA-Hologic QDR, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA). ....                        | 40 |
| Figura 8 - Dinamômetro Isocínético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA). .... | 41 |
| Figura 9 - Recetor Ergotester e tapete Ergojump com respetiva ligação, (Globus Itália)..... | 44 |
| Figura 10 – Sequência no salto vertical Squat jump, (BARBANTI 2010). ....                   | 44 |
| Figura 11 – Sequência na execução do salto vertical CMJ, (BARBANTI 2010). ....              | 45 |

---

## ABREVIATURAS

|          |                                                               |
|----------|---------------------------------------------------------------|
| ACSM     | American College of Sports Medicine                           |
| AL       | Altura (cm)                                                   |
| AS       | Altura de salto (cm)                                          |
| c.g.     | Centro de gravidade                                           |
| CMJ      | Countermovement jump                                          |
| CMO      | Conteúdo mineral ósseo (g)                                    |
| CMO-PD   | Conteúdo mineral ósseo na perna direita (g)                   |
| CMO-PE   | Conteúdo mineral ósseo na perna esquerda (g)                  |
| CMO-TC   | Conteúdo mineral ósseo em todo o corpo (g)                    |
| D        | Dominante                                                     |
| CONT     | Controlo                                                      |
| DEXA     | Absortometria de raio-x de dupla energia                      |
| DMO      | Densidade mineral óssea (g/m <sup>2</sup> )                   |
| DMO-PD   | Densidade mineral óssea na perna direita (g/m <sup>2</sup> )  |
| DMO-PE   | Densidade mineral óssea na perna esquerda (g/m <sup>2</sup> ) |
| DMO-TC   | Densidade mineral óssea em todo o corpo (g/m <sup>2</sup> )   |
| Dn       | Distancia de salto (cm)                                       |
| EV       | Exercicio vibratório                                          |
| EXT      | Extensão                                                      |
| FLX      | Flexão                                                        |
| FUTS     | Futsal                                                        |
| <b>g</b> | Aceleração da gravidade (9,81 m/s)                            |
| G-PD     | Gordura na perna direita (g)                                  |
| G-PE     | Gordura na perna esquerda (g)                                 |
| Hz       | Ciclos/minuto                                                 |
| IMC      | Índice de massa corporal                                      |
| IQT      | Ísquio Tibial                                                 |
| KeV      | Mil eletrões ( 10 <sup>3</sup> eletrões-volt)                 |
| M        | Massa corporal                                                |
| MFmáx.   | Momento de força máximo                                       |
| MID      | Membro inferior dominante                                     |
| MIND     | Membro inferior não dominante                                 |
| MM-PD    | Massa magra na perna direita (g)                              |
| MM-PE    | Massa magra na perna esquerda (g)                             |
| MD       | Membro dominante                                              |
| MND      | Membro não dominante                                          |

---

|           |                                           |
|-----------|-------------------------------------------|
| NAT       | Natação                                   |
| NAT EV    | Natação e exercício vibratório            |
| ND        | Não dominante                             |
| PM        | Potência média                            |
| PT        | Peak torque                               |
| QUA       | Quadrícepete                              |
| % MG      | Percentagem Massa gorda                   |
| % MIG     | Percentagem massa isenta gordura          |
| PM/MI     | Potência muscular nos membros inferiores  |
| RÁCIO     |                                           |
| (IQT/QUA) | Rácio entre Isquiotibiais e Quadrícepetes |
| s         | Segundos                                  |
| SJ        | Squat Jump                                |
| T         | Torque                                    |
| TEM       | Tensão essencial mínima                   |
| TV        | Tempo de voo (s)                          |
| VCI       | Vibração de corpo inteiro                 |

## **CAPITULO I – INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento deste estudo assenta na convicção de que é necessário caracterizar programas de treino cuja dinâmica possa influenciar positivamente a aquisição de uma composição corporal saudável desde a infância à adolescência mas que tenham em si uma função modeladora à manutenção de uma vida ativa e preventiva na saúde e qualidade de vida enquanto adultas.

São poucos os estudos que se debruçam sobre programas de exercício físico na adolescência e como adequá-los por forma a melhorar a composição corporal e aumentar os índices de força, visando proporcionar valores adequados de densidade mineral óssea com o fim de prevenir no futuro perdas acentuadas de massa óssea na mulher, evitando o risco maior de osteoporose e fraturas, os investigadores Speiser, Rudolf, & Anhalt (2005) consideram de extrema importância perceber os níveis de atividade física na população adolescente para intervir neste contexto, visando contrariar o declínio que se tem vindo a verificar na prática de atividade física.

### **1. Enquadramento do problema.**

A composição corporal é uma componente da aptidão física relacionada com a saúde, devido às relações existentes entre a gordura corporal, alterações no nível de aptidão física e no estado de saúde (American College of Sports Medicine, ACSM), 2007). A integridade esquelética depende de fatores que influenciam direta ou indiretamente na sua constituição: ambientais, hormonais, genéticos e mecânicos.

A infância e adolescência são tidas como as fases cruciais para a aquisição de massa óssea, contabilizando cerca de metade da massa óssea conseguida na maioridade, Pettersson, Nordstrom, Alfredson, Henriksson-Larsen, & Lorentzon (2000).

Segundo Silva, Goldberg, Teixeira, & Dalmas (2004) a mineralização óssea tem o seu início na vida fetal, prolongando-se pela infância e atinge o seu pico

de velocidade de deposição durante a puberdade. Esse período constitui um momento fundamental para a aquisição de massa óssea.

Vários estudos científicos efetuados nesta temática têm incidido neste período da vida, na tentativa de identificar fatores determinantes na otimização conteúdo e densidade mineral óssea, especialmente os componentes de massa magra e massa gorda, investigadores como Gnudi, Sitta, & Fiumi. (2007) Cui, Shin, Kweon, Park, Lee, Chung, et al., (2007); Jürimäe, Sööt, & Jürimäe (2005) têm focado os seus estudos na relação entre o peso, massa óssea e composição corporal, apresentando como os principais constituintes dos elementos peso/composição corporal, a massa gorda e a massa magra.

Segundo Gjesdal, Halse, Eide, Brun, & Tell (2008) pesquisas recentes têm canalizado as suas investigações nas relações entre massa magra, massa gorda e o conteúdo e densidade mineral óssea, mas apesar da maioria dos estudos referirem uma forte relação entre a massa óssea e o peso corporal, não há a certeza de quais os atributos corporais (gordura corporal, massa magra) estão mais fortemente associados com medidas de mineral ósseo, Zagarins, Ronnenberg, Gehlbach, Lin, & Bertone-Johnson (2010) sugerem que a associação entre a massa óssea e a composição corporal, principalmente a massa gorda, é dependente das medidas do osso analisado e que são essenciais técnicas de determinação de ajuste de tamanho mais adequadas para a compreensão deste relacionamento, na opinião de Zhu et al., (2014) a massa magra tem uma forte relação com a densidade mineral em todo o corpo e em ambos os sexos, por sua vez a massa gorda pode desempenhar um papel positivo na concretização do pico de massa óssea nas mulheres, no entanto esta associação foi mais fraca nos homens, supondo que tal fato pode dever-se às diferentes localizações dos depósitos de gordura nos homens e mulheres.

São diversas as modalidades desportivas cuja prática está associada com o baixo índice de massa corporal e o aumento da massa magra, Astrand (1992) apela para a necessidade de promover a prática de atividade física regular desde a infância, de maneira a que não se instale um estilo de vida sedentário

e contribua assim, para a perda da qualidade de vida, no processo natural do envelhecimento.

## **2. Definição do problema**

De acordo com Caspersen, Powell, & Christensen (1985) a Aptidão Física traduz-se num conjunto de atributos que podem ser relacionados com a saúde (capacidades cardiorespiratórias, resistência e força musculares, flexibilidade e composição corporal) ou simplesmente com o domínio de técnicas de prestação motora (equilíbrio, agilidade, velocidade e coordenação), para Botelho (1996) o conceito de Aptidão Física associado à saúde centra-se em aspetos que se relacionam com as funções do dia a dia, a manutenção da saúde e o nível habitual de Actividade Física.

A composição corporal está intimamente relacionada com a aptidão física, Maia, Lopes, & Morais (2001) definem Aptidão Física relacionada com a saúde como um estado caracterizado pela capacidade de realizar as tarefas diárias com vigor e capacidades que estão associados a um baixo risco de desenvolvimento de doenças hipocinéticas. Os adolescentes que têm níveis de atividade física mais elevados têm sido negativamente associados à obesidade, doenças cardiovasculares, asma e indicadores de saúde mental (Strong. et al., 2005).

## **3. Objetivos**

O presente estudo visa avaliar o efeito de diversos tipos de exercício na composição corporal e força e perceber se os benefícios adquiridos na prática dos mesmos têm efeito positivo na composição corporal e força, tal como possíveis benefícios na prevenção da redução da densidade mineral óssea.

### **3.1. Objetivos gerais.**

Sabendo que as características das modalidades se diferenciam em termos da influência das forças gravitacionais no desenvolvimento das respetivas atividades, dando origem a atividades de alto, moderado ou baixo impacto, pretende-se com este estudo comparar o efeito de diferentes tipos de

modalidades desportivas em jovens atletas adolescentes do sexo feminino na composição corporal e força.

### **3.2. Objetivos específicos.**

O presente estudo pretende avaliar o benefício da integração do treino vibratório em praticantes de natação, ao nível da densidade mineral óssea, e verificar se este pode ou não representar um método eficaz na prevenção da osteoporose.

## **CAPÍTULO II—REVISÃO DA LITERATURA**

1. Exercício físico
  - 1.1. Exercício físico e saúde
  - 1.2. Estudos realizados no âmbito da atividade física
    - 1.2.1. Força muscular
    - 1.2.2. Classificação das modalidades desportivas
2. Caraterização do exercício em função do impacto causado
  - 2.1. Exercício de baixo impacto
  - 2.2. Exercício de moderado impacto
  - 2.3. Exercício de alto impacto
  - 2.4. Exercício em Plataforma Vibratória
  - 2.5. Caraterização do exercício vibratório
  - 2.6. Efeitos do exercício vibratório na composição corporal e força
3. Composição Corporal
  - 3.1. Componentes corporais
  - 3.2. Massa Isenta Gordura
    - 3.2.1. Massa Muscular
  - 3.3. Massa Gorda
  - 3.4. Massa Óssea
    - 3.4.1. Densidade Mineral Óssea
  - 3.5. Conteúdo Mineral Ósseo
  - 3.6. Avaliação da composição corporal
  - 3.7. Absortometria Radiológica de Dupla Energia
4. Avaliação da força isocinética
  - 4.1. Dinamometria isocinética
  - 4.2. Testes isocinéticos
    - 4.2.1. Dinamómetro utilizado na avaliação Isocinética
    - 4.2.2. Posição de avaliação
    - 4.2.3. Utilização de valores normativos
    - 4.2.4. Correção ao efeito da gravidade
    - 4.2.5. Velocidade angular

5. Parâmetros de análise em avaliações isocinéticas

5.1. “Peak” torque

5.2. Rácio

6. Avaliação da capacidade de impulsão vertical e potência muscular

6.1. Testes para avaliar a capacidade de salto vertical

6.1.1. Teste de Sargent

6.1.2. Teste de Abalakov

6.1.3. O Sistema Ergo Jump de Bosco

6.1.4. Característica geral do sistema Ergo Jump

## **CAPÍTULO II–REVISÃO DA LITERATURA**

### **1. Exercício físico**

Para Costa (1997), a sociedade vê na escola, mais propriamente a Educação Física, o local privilegiado para um desenvolvimento corporal e desportivo, assim como também para o alicerçar de ideias e assimilação de comportamentos para a sua manutenção futura.

De acordo com Lopes, Maia & Mota (2000) a educação para a saúde é uma das preocupações das sociedades industrializadas, sendo a escola o local ideal para a sua realização, pois passam por ela a maior parte das crianças e jovens. Assim, a promoção de hábitos de vida saudável impõe-se como meta de qualquer sistema educativo, sendo reconhecido à disciplina de Educação Física a eleição como uma das suas orientações centrais e um papel importante na educação para a saúde. Segundo a ACSM (2000) exercício físico é uma subclasse de atividade física, é definido como o movimento corporal planeado, estruturado e repetitivo executado com a finalidade de manter ou melhorar um ou mais componentes de aptidão física. O exercício físico é entendido como uma expressão da atividade física, um subdomínio desta, sendo geralmente efetuado numa base de repetição (treino), ao longo de um período extenso de tempo, com a definição de objetivos específicos, tais como a melhoria da condição física, do desempenho físico ou da saúde (Martins, 2006).

#### **1.1. Exercício físico e saúde.**

Segundo Haskell, Montoye & Orenstein (1985), existe um conjunto de informações importantes para admitir que, estilos de vida ativos, em conjugação com outros comportamentos positivos, podem ser benéficos para a saúde.

De acordo com Mota & Duarte (1999), a relação da Actividade Física e saúde não deve ser vista como uma obsessão dos que querem morrer saudáveis, mas antes como uma forma existencial de prazer, de alegria, de saber viver.

Todos os adolescentes devem ser fisicamente ativos, de preferência todos ou quase todos os dias, seja em deslocações para a escola ou trabalho, como recreação em jogos, desporto ou atividades na comunidade, na escola através da educação física ou no exercício organizado três a quatro vezes por semana com a duração de 20 minutos ou mais e que exijam um esforço moderado a vigoroso (ACSM), 1988; Sallis, & Patrick, 1994). Cruz (1983) refere que o exercício produz na saúde uma importante ferramenta da estratégia global de melhoria da composição corporal, induzindo uma redução da gordura corporal, uma diminuição do tamanho das células adiposas, uma diminuição dos triglicéridos plasmáticos e um aumento da sensibilidade à insulina diminuindo os seus níveis plasmáticos. Astrand (1987) defende que a atividade física desportiva para ter efeitos benéficos a nível orgânico, tem que ter uma actividade mínima de 30 minutos, três vezes por semana.

Nos últimos anos tem-se atribuído mais importância aptidão física das populações, reconhece-se os malefícios típicos da hipocinesia, doenças degenerativas e cardíacas (Heyward, 1991), osteoporose, pressão arterial alta, diabetes (Shephard, 1994), citado por (Silva, Sobral & Malina, 2003). Estudos realizados afastaram qualquer tipo de dúvida quanto ao papel vital que uma Actividade Física regular e uma dieta equilibrada podem desempenhar na prevenção de algumas formas de doenças em adultos (Blair, 1993; Bouchard, & Shephard, 1994).

Segundo Mota, (1992b), a educação física, pode oferecer um contributo importante, no que concerne à aquisição de um estilo de vida saudável, em que a atividade física e as práticas desportivas sejam incorporadas naquele estilo de vida e se valorize a sua relação com a saúde.

Corbin & Lindsey (1994) enaltecem a importância da Atividade Física relacionada com a saúde em oposição à orientada para o rendimento físico e o potencial de qualidade de uma grande variedade de tipos de atividades, realçando que alguma atividade é melhor do que nenhuma e que até um certo nível, aumentar a Atividade Física resulta num aumento dos benefícios para a

saúde. O exercício físico é um fator que contribui para a redução da gordura, aumento da massa muscular e da densidade óssea (Rowland, 1996).

Para Maia (1999) atitudes, hábitos e comportamentos de Actividade Física e aptidão que se promovam e adquiram cedo, transferem-se em forte capital acumulado de um estilo de vida saudável no adulto, Yohannes, Doherty, Bundy, et al., (2010) colocam o exercício físico na primeira linha de tratamento para diversas doenças crónicas, associando-o diretamente à diminuição da taxa de mortalidade nas doenças cardiovasculares.

Khan, McKay, Kannus, Bailey, Wark & Bennell (2001) através da análise de dados obtidos de pesquisas realizadas com crianças e adolescentes atletas, demonstram que o exercício físico está positivamente associado a melhor densidade mineral óssea. De forma similar Lima Falco, Baima, Carazzato, & Pereira (2001) observaram crianças dos 12 aos 18 anos, que praticavam desportos de impato, como basquetebol, ginástica e atletismo e constataram um aumento significativo na densidade mineral óssea na coluna lombar e no fémur proximal, quando comparados com um grupo de adolescentes que praticavam desportos com carga ativa, tais como pólo aquático e natação. Entretanto, ambos os grupos apresentavam densidade mineral óssea superior à do grupo controle, de adolescentes que não praticavam qualquer desporto. Um dos melhores meios para desenvolver uma estrutura óssea saudável e reduzir o risco de sofrer de osteoporose é praticar regularmente atividade física (Mesa-Ramos, 2010).

A osteoporose é uma doença que está amplamente disseminada por quase todo o planeta, os custos sociais e económicos têm um impato de tal modo negativo que originou reações, a Internacional Osteoporosis Foundation (2014) advoga que a prevenção é o melhor método para combater esta doença, também Guisado, Cabello, Sanchez, Unanue & Gallardo (2015) advogam que a prática desportiva durante a puberdade, principalmente em atividades que suportam o peso corporal pode ser um fator importante para alcançar um pico elevado de massa óssea e melhorar a saúde óssea em meninas.

## **1.2. Estudos realizados no âmbito da atividade física.**

Roberts, Savage, Coward et al., (1988) citados por Rowland (1990) num estudo realizado referem que os bebés, de seis meses de vida, mais ativos têm uma menor percentagem de gordura corporal. Em estudos efetuados com jovens adultos do sexo feminino, concluíram que depois de 15 semanas de treino aeróbio, estes diminuem, a gordura relativa e subcutânea e aumentam a massa magra (Tremblay, Despres & Bouchard, 1988).

Kenrick, Ball & Canary (1972) citados por Sharkey (1990) realizaram estudos envolvendo o exercício físico e a dieta alimentar, onde compararam dois grupos de obesos durante 6 meses, um grupo fazia apenas dieta alimentar e o outro grupo fazia dieta e exercício físico. Os resultados mostraram que, os indivíduos que fizeram atividade física sofreram uma grande perda de gordura e além disso adquiriram outros benefícios como a diminuição da frequência cardíaca em repouso e uma melhoria na recuperação da frequência cardíaca após o exercício físico.

Frisch et al., (1986) citado por Silva, Sobral & Malina (2003) realizaram um estudo onde mostraram que 74% dos adultos femininos, ex-atletas universitárias, praticam actividade física e desportiva regularmente, comparativamente com 57% de mulheres que não foram atletas.

Carrel, Clark, Peterson, Nemeth, Sullivan & Allen (2005) realizaram um estudo com 50 crianças obesas com idades compreendidas entre 11 e 13 anos, o estudo teve a duração de 9 meses, eram realizadas 5 sessões a cada duas semanas com a duração de 45 minutos, tinham pequenas sessões de nutrição de forma a mudarem os seus hábitos alimentares. No final do estudo verificaram uma descida do IMC, da % MG e um aumento do VO2 máx.

Johnston, et al., (2006) efetuaram um estudo com 181 crianças obesas com idades compreendidas entre 10 e 14 anos, o estudo teve a duração de 12 meses, 2 vezes por semana com a duração de 35 a 40 minutos cada com uma intensidade de 60 a 85% da sua frequência cardíaca máxima e uma sessão semanal de instrução nutricional, os treinos variavam entre os jogos de futebol,

dançar e saltar à corda, tendo os efeitos obtidos no referido estudo refletido uma melhoria no IMC e no Colesterol Total.

Zahner, et al., (2006) efetuaram um estudo com 502 crianças obesas com idades compreendidas entre 6 e 13 anos, o estudo teve a duração de 9 meses, realizaram mais duas aulas de educação física para além das três que já tinham, pequenos intervalos de dois a cinco minutos de actividade física durante as aulas, e tarefas de actividade física em casa. No final do programa os registos mostraram uma melhoria no IMC, na % MG, VO<sub>2</sub> máx., qualidade de vida e na auto-estima.

Aguilar, Martinez-Vizcaíno, Lopez, Martínez, Martínez & Lopez-Garcia (2010) efetuaram um estudo com 1044 crianças obesas com idades compreendidas entre 9 e 11 anos, o estudo teve a duração de 2 anos, A intervenção foi realizada depois das aulas 3 vezes por semana, com a duração de 90 minutos, durante aproximadamente 28 semanas por ano. As sessões eram dadas por dois professores de educação física que tiveram uma formação de dois dias para que o planeamento das sessões fosse standardizado nas 10 intervenções. As atividades realizadas eram jogos cooperativos, jogos recreativos e dança. Os dados obtidos no final do estudo revelaram a melhoria na % MG, no IMC e no Colesterol Total.

Capel, Vaisberg, Araujo, Paiva, Santos & Di Bella (2014) num estudo que envolveu 197 meninas obesas com idades compreendidas entre os 12 e 14 anos, estudantes do segundo ciclo, procuraram relacionar a composição corporal (%), o índice de massa corporal e a idade da menarca com a capacidade aeróbia utilizando os valores de VO<sub>2</sub> máximo indireto, concluíram então que as meninas com valores mais elevados de IMC e percentual de gordura corporal apresentaram valores menores de VO<sub>2</sub> máx., a precocidade da menarca e o avanço da idade cronológica foram os fatores mais importantes para a redução da capacidade aeróbia. A idade da menarca foi mais elevada nas meninas com IMC adequado quando comparadas com as meninas com sobrepeso ou obesidade.

### **1.2.1. Força muscular.**

Barbanti (2001) caracteriza força como a capacidade de se opor a uma resistência, a mesma é influenciada pelo tamanho da área transversa do músculo, ou seja, quanto maior for essa área, maior será a produção de força. O sistema nervoso central também exerce uma ação fundamental, pois a força muscular é determinada pela quantidade de unidades motoras ativadas (Barbanti, 2001; Beunen & Thomis, 2000; Ramos, Frontera, Llopart & Feliciano, 1998).

De acordo com Barbanti (2001) a força pode ser dinâmica ou isométrica, a força dinâmica consiste na alteração externa visível do comprimento do músculo através do encurtamento ou alongamento. A força dinâmica é solicitada na forma de força máxima, rápida ou resistência, durante a realização de força isométrica não ocorre encurtamento das fibras musculares, mas sim um aumento da tensão muscular.

A força máxima é a maior força que o sistema neuromuscular pode mobilizar através de uma contração máxima voluntária, ocorrendo ou não movimento articular (Weineck,1999; Platonov & Bulatova, 1998).

Força explosiva é definida como a força produzida na unidade de tempo (Zatsiorsky,1999; Badillo & Ayestaran, 2001).

Força de resistência: é a capacidade do sistema neuromuscular sustentar níveis de força moderado por intervalos de tempo prolongados (Weineck,1999;Platonov et al., 1998; Guedes,1997).

A avaliação da força pode fornecer informações importantes quanto às disfunções de ordem músculo-articular, em particular aos problemas posturais, (Gaya, Cardoso, Siqueira,& Torres, 1997; Ross & Gilbert, 1985; Ross & Pate, 1987), na opinião de Carvalho (1998) os indivíduos com uma estrutura muscular fortalecida demonstram uma maior estabilidade nas articulações e risco menor a desgastes nas superfícies articulares.

### **1.2.2. Classificação das modalidades desportivas.**

A força muscular e a velocidade são importantes características fisiológicas para atletas de futebol (Reilly, Bangsbo, & Franks, 2000). O desenvolvimento da força e potência muscular está intimamente ligado ao sucesso no alto nível dos futebolistas, (Brodt, Wagner, & Heath, 2008; Secora, Latin, Berg, & Noble, 2004; Hoff, 2005), esta opinião é partilhada por Peterson, Alvar & Rhea (2006) ao afirmarem que a potência muscular está relacionada à capacidade de gerar força, aliada a uma alta velocidade no movimento. Assim, a potência muscular é vista como uma importante variável para testes físicos e treinos, especialmente para desportos que envolvem velocidade e saltos.

A prática de atividade física é favorável à formação e manutenção da massa óssea em todas as fases da vida, (U.S. Department of Health and Human Services, 2004; Harvey et al., 2011; Anderson, 2000; Bleicher et al., 2011) e segundo Anderson (2000) o mecanismo de atuação da prática atividade física sobre a deposição de cálcio nos ossos está relacionado com a sobrecarga mecânica direta da atividade física e também ao aumento ocasionado na massa e força muscular.

Em relação à sobrecarga mecânica, ocorrem reações fisiológicas nos ossos em virtude de esforços físicos que ultrapassem uma tensão essencial mínima (TEM). Essas reações, provocadas por meio dos osteoblastos, dão-se pela migração destas células para a região perióstea (externa) do osso, onde se inicia o processo de remodelação. Essa remodelação é ocasionada pela produção e secreção de proteínas, principalmente colágenas, que tornam-se mineralizadas como cristais de fosfato de cálcio, que aumentam a força e diâmetro ósseo, (Baechle & Earle, 2010).

Quanto ao papel desenvolvido pelo aumento da massa e força muscular, é sugerido que uma proporção da carga mecânica sofrida pelo osso dá-se em virtude da tração muscular, (Snow-Harter & Marcus, 1991). O que faz com que contrações musculares de maior intensidade aumentem o estresse mecânico no osso que, por consequência, deve aumentar em massa e força para fornecer uma estrutura de suporte ao estresse gerado (Baechle et al., 2010), o

mesmo autor refere que como reflexo de uma carga aplicada diretamente por uma atividade ou por uma ação muscular específica ocorre desgaste, esse desgaste ocorre em situações cuja TEM tenha sido ultrapassada, levando a uma remodelação óssea. Ultrapassar a TEM corresponde à execução de uma atividade que atinge aproximadamente 10% da força necessária para fraturar o osso. Atividades que na sua execução ultrapassem a TEM, são aquelas que representam um aumento na sua intensidade e que podem trabalhar com cargas externas ou com a própria sustentação do peso corporal, nesse contexto, aparece o conceito de sobrecarga ou *weight-bearing activities*, entendidas como atividades que fazem com que os ossos suportem pressões exercidas pelo peso corporal (Sluis, Ridder, Boot, Krenning & Keizer-Schrama, 2002).

A classificação das forças de reação ao solo foi descrita por Groothausen, Siemer, Kemper, Twisk & Welten., (1997) e mais tarde adaptada por Kemper, Twisk, Mechelen, Post, Roos & Lips., (2000) como mostra o Quadro 1, o qual ajuda a classificar as atividades cuja pressão sobre os ossos sejam de maior ou menor grau, a quantificação das forças de reação ao solo é baseada em múltiplos do peso corporal, por exemplo ao praticar voleibol o solo exerce uma força sobre o corpo de 4,8 vezes o peso corporal, enquanto na caminhada a força exercida pelo solo é de 1,6 vezes o peso corporal.

**Quadro 1 - Força de reação do solo de algumas atividades físicas. Adaptado de Groothausen, 1997.**

| Atividade          | Força de reação ao solo |
|--------------------|-------------------------|
| Ginástica aeróbica | 2,8                     |
| Basquetebol        | 4,1-6,0                 |
| Ginástica olímpica | 11,0                    |
| Judo               | 1,2-1,6                 |
| Futebol            | 2,4                     |
| Corrida            | 2,0-5,0                 |
| Voleibol           | 4,8                     |
| Caminhada          | 1,6                     |

## **2. Caracterização do exercício em função do impacto causado.**

Segundo Ginty,. Rennie,. Mills, Stear, Jones, & Prentice, (2005), as modalidades desportivas podem ser classificadas em modalidades de alto, moderado, baixo ou sem impacto.

### **2.1. Exercício de baixo impacto.**

Consideram-se exercícios de baixo impacto porque estão associados a desportos que não estão submetidos á ação da força da gravidade, tais como a natação e o ciclismo, os efeitos da carga mecânica sobre as estruturas ósseas são mínimas ou quase inexistentes (Ginty et al. 2005).

### **2.2. Exercício de moderado impacto.**

Os desportos que envolvem movimento e suporte do peso corporal sob os efeitos da força da gravidade, originam um aumento da carga mecânica sobre as estruturas músculo-esqueléticas, a corrida de cariz predominantemente aeróbio ou a caminhada inserem-se nos desportos de médio impacto, afirma (Ginty et al. 2005).

### **2.3. Exercício de alto impacto.**

As modalidades que na sua dinâmica têm de vencer resistências como a ação da gravidade sobre o corpo e o peso do mesmo e incorporam na sua dinâmica momentos de velocidade, potência muscular (futsal, squash, no atletismo o salto em comprimento, o ténis) são consideradas de alto impacto.

Na opinião de Arruda & Sandoval (2011) pode-se considerar como exemplo de atividades de alto impacto a ginástica, algumas disciplinas do atletismo como as provas de velocidade, o salto em altura e alguns jogos com bola

### **2.4. Exercício em Plataforma Vibratória.**

A utilização da vibração corporal para efeitos de melhoria no rendimento desportivo tem a sua origem na Europa de Leste nos anos 70, e visava

melhorar a flexibilidade e otimizar a contração muscular, (Nazaroz 1987; Issurin, et al., 1994).

O exercício vibratório (EV) é um novo tipo de exercício neuromuscular que surgiu na prática desportiva e reabilitação durante a última década (Gerodimos et al., 2009).

## **2.5. Caraterização do exercício vibratório.**

Existem dois tipos de estudos com vibrações explorados na literatura científica, a vibração de corpo inteiro (VCI) e a vibração localizada. A VCI é um método de aplicação indireta de vibrações (Luo, Mcnamara & Moran, 2005), que geralmente são aplicadas nos pés por meio de uma plataforma vibratória e transmitidas aos músculos pelos tecidos corporais (Marin & Rhea, 2010).

A Vibração Localizada é um método onde a vibração é aplicada no ventre muscular (Martin & Park, 1997), no tendão do músculo alvo (Luo, Mcnamara & Moran, 2007) ou na direção das resultantes da força muscular (Couto, 2012).

A plataforma vibratória para todo o corpo transmite um estímulo mecânico caracterizado por um movimento oscilatório, a intensidade varia de acordo com a frequência, amplitude do movimento gerado, a frequência da vibração é medida em Hertz (Hz) e representa o número de ciclos por segundo, a amplitude é caracterizada pelo deslocamento vertical da onda vibratória, sendo expressa em (mm), a magnitude do movimento oscilatório é representada pela aceleração (a).

O movimento oscilatório produz várias ondas, como as estacionárias, transientes e sinusoidais (em que cada elemento da onda move-se para cima e para baixo como um movimento harmónico simples), sendo as últimas as mais utilizadas nestes equipamentos (Cochrane, 2011; Luo et al., 2005; Jordan, Norris, Smith, & Herzog, 2005). A vibração pode ser aplicada diretamente sobre os músculos e tendões, no corpo todo por meio de plataformas vibratórias e também por meio de hastes vibratórias.

Existem no mercado dois tipos de plataformas, o primeiro tipo de plataforma vibratória produz vibração sinusoidal vertical (ex. Galileu®), o segundo tipo (ex. Power Plate®) produz vibração síncrona vertical (Cochrane, 2011).

## **2.6. Efeitos do exercício vibratório na composição corporal e força.**

São muitos os estudos realizados envolvendo o EV, a maioria dos aponta três efeitos terapêuticos a longo prazo; aumento da força muscular, melhoria no equilíbrio e aumento da densidade mineral óssea (Rauch, 2009).

Delecluse, Roelants, & Verschueren, 2003; Cormie, Deane, Triplett, & McBride, 2006) após revisão da literatura verificaram que os efeitos descritos nesses estudos incluem; aumento da força muscular e tonificação, redução da celulite, aumento da densidade óssea, aumento da produção de certas hormonas chave (testosterona, hormona do crescimento, IGF-1, serotonina), diminuição do Cortisol (hormona do stress), diminuição da massa gorda corporal, diminuição da dor, melhoria da propriocepção, equilíbrio e coordenação motora. Outro dos efeitos imediatos da VCI, segundo Kerschman-Schindl, Grampp, Henk, Resch, Preisinger, Fialka- Moser, & Imhof, 2001; Lohman, Petrofsky, Maloney-Hinds, Betts-Schwab, & Thorpe, (2007) é o aumento da velocidade da circulação sanguínea, de acordo com estes autores, a rápida contração e relaxamento dos músculos, 20 a 50 vezes por segundo, funciona como uma bomba sobre os vasos sanguíneos e vasos linfáticos, aumentando assim a velocidade do fluxo de sangue através do corpo. Stewart, Karman, Montgomery, & McLeod (2005) associam o aparecimento de vasodilatação como resultado dessa vibração.

O método VCI difere do método convencional uma vez que não é necessário utilizar cargas adicionais, logo aí não há uma sobrecarga sobre as estruturas passivas, como os ossos, ligamentos e articulações. Estas características adequam-se a pessoas que devido à idade avançada, doenças, distúrbios de peso, ou lesão têm dificuldade em utilizar os métodos de tratamento mais convencionais, (Cochrane & Stannard, 2005; Mahieu, Witvrouw, Voorde, Michilsens, Arbyn, & Broeckx, (2006), os mesmos autores recomendam os

exercícios em VCI a atletas profissionais que pretendam estimular e fortalecer os seus músculos sem sobrecarregar as articulações.

Este tipo de tecnologia de movimentação é uma forma eficiente e segura para estimular os músculos e as células ósseas, queimar gordura e perder peso, e restaurar o equilíbrio neuromuscular (Decluse, Roelants, Verschueren, 2003; Cormie *et al.*, 2006).

Cardinale, Bosco (2003); Fernandes (2010); Hallal, Marques, & Gonçalves, (2010) afirmam que na vibração de corpo inteiro, a utilização das vibrações como forma de exercício é um recurso novo, mas que tem mostrado bons resultados no aumento da densidade mineral óssea, na aceleração do metabolismo ósseo, aumento de força, equilíbrio e potência muscular e que pode ser aplicado em indivíduos de varias idades e condições físicas.

### **3. Composição Corporal.**

A composição corporal tem vindo progressivamente a ser considerada pelos autores como uma das componentes da aptidão física (tal como a flexibilidade, a força muscular, o equilíbrio e a resistência aeróbia), dada a influência que as suas alterações podem provocar na funcionalidade do individuo e na morbilidade/mortalidade, para Corbin & Lindsey (1994) a composição corporal é uma componente da aptidão física relacionada com a saúde e refere-se às quantidades relativas de músculo, gordura, osso e outras partes vitais do corpo, já Gallahue, & Ozmun, (2001) definem composição corporal como sendo a proporção da massa corporal magra por massa corporal adiposa.

#### **3.1. Componentes corporais.**

De acordo com Malina (1990b) o peso é uma massa heterogénea muito frequentemente dividida entre massa corporal, massa magra e gordura.

Segundo Fragoso (1992) além da altura, o peso está dependente da composição corporal, a variação do peso na rapariga deve-se em grande parte a uma maior componente adiposa e no rapaz a uma maior componente muscular. Na opinião de Gallahue *et al.*, (2001) o peso é um indicador deficiente da composição corporal, pois não reflete a distribuição da

composição corporal de um indivíduo com exatidão, porque é a soma das massas musculares, esqueléticas, orgânicas e adiposas, os mesmos autores advertem para o fato de que o aumento do peso nos rapazes deve-se essencialmente ao crescimento em altura e acréscimo da massa muscular, enquanto nas raparigas o ganho de peso deve-se muito ao aumento da massa adiposa e da altura, em menor grau o aumento da massa muscular. A maturação esquelética e o crescimento dos órgãos contribuem para os ganhos de peso na adolescência nos dois sexos.

### **3.2. Massa Isenta Gordura.**

A massa isenta de gordura (MIG) é utilizada como sinónimo de massa magra (Fat-Free Mass, FFB), no entanto, esta é numericamente superior à MIG em 2-3% já que comporta MG essencial (fosfolípidos), necessária para o bom funcionamento de certas estruturas (cérebro, tecido nervoso e cardíaco, medula óssea e membranas celulares), devido ao facto de ser tecnicamente impossível estimar com precisão esta MG essencial, tem sido abandonada a designação de massa magra e adotada a de MIG (Sardinha, 1997).

A MIG é a parte do corpo isenta de gordura, é constituída por massa óssea, volume sanguíneo, pele, órgãos e músculos.

#### **3.2.1. Massa Muscular**

O músculo esquelético é um dos tecidos que maior volume ocupa no corpo humano, tendo como função o movimento e a postura.

O sedentarismo, a imobilização prolongada dos membros inferiores leva não só à perda ou redução da função muscular, mas também à alteração da morfologia muscular, manifestada pela diminuição do tamanho da massa muscular (atrofia muscular) e da redução do número e diâmetro das fibras musculares (Boonyarom & Inui, 2006; Fitts, Metzger, & Riley, 1986).

Existem três tipos de tecido muscular, o esquelético, o cardíaco e o liso. O tecido muscular é constituído por células alongadas chamadas fibras musculares, especializadas na contração muscular. Em todos estes tipos de músculo, a energia proveniente da hidrólise do trifosfato de adenosina (ATP) é

transformada em energia mecânica (Junqueira, Carneiro, 2004; Kierszenbaum, 2004).

A contração do músculo esquelético é voluntária e ocorre pelo deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina. Nas pontas dos filamentos de miosina existem pequenas projeções (cabeça da miosina), capazes de formar ligações com certos sítios dos filamentos de actina, quando o músculo é estimulado. Essas projeções de miosina puxam os filamentos de actina, forçando-os a deslizar sobre os filamentos de miosina, Isso leva ao encurtamento das miofibrilas e à contração muscular, (Guyton & Hall, 2002; Jones, Round, & Haan, 2004; Mathews, 2003; McComas, 1996).

Cada músculo esquelético é constituído por uma mistura de fibras denominadas de contração rápida ou de contração lenta. Os músculos que reagem rapidamente, são constituídos, essencialmente, por fibras de contração rápida, com uma pequena percentagem de fibras de contração lenta. O contrário acontece nos músculos que reagem mais lentamente, porém com contração prolongada, são constituídos maioritariamente por fibras de contração lenta (Berne, Levy, Koeppen & Stanton, 2004; Guyton & Hall, 2002).

### **3.3. Massa Gorda.**

Segundo Ferreira (1994) a massa gorda é constituída pela gordura estrutural e pela gordura de reserva, sob a forma de tecido adiposo.

### **3.4. Massa Óssea**

De acordo com Junqueira & Carneiro (1987) as células ósseas são representadas pelos osteoclastos, que são células grandes de revestimento, multinucleadas de origem hematopoiética, derivadas dos macrófagos; os osteoblastos que são células de revestimento, estas são responsáveis pelos constituintes da matriz orgânica, derivados do mesênquima e localizados na medula óssea e revestindo uma camada de matriz não calcificada.

Já Gray (1988), Khan et al., (2001) afirmam que as células ósseas possuem retículo endoplasmático rugoso em grande número juntamente com um enorme aparelho de Golgi, os quais contribuem para a síntese de substâncias para a

formação da matriz, e osteócitos, que são células de formato achatado localizadas no interior da matriz e essencial para a manutenção da mesma.

O osso é como um tecido dinâmico em constante remodelação durante os anos de crescimento até se alcançar a meia idade, onde ocorre inevitavelmente a sua deterioração ao longo dos demais estágios da vida, (Modlesky, & Lewis, 2002). De acordo com Brooks, Fahey, White, & Baldwin (1999), a formação óssea e o seu pico são atingidos por volta dos 20 anos, sendo que após este período, existe uma fase de equilíbrio entre a formação e a reabsorção. Quase 50% da massa óssea é adquirida nessa fase, pois o acúmulo de cálcio é triplicado. No entanto, a idade em que o pico de formação óssea ocorre, mantém-se controverso na literatura (Burke, 1994).

### **3.4.1. Densidade Mineral Óssea.**

Densidade Mineral Óssea (DMO), quantidade mineral de um osso dividido pela área projetada em uma dada direção expressa em gramas por  $\text{cm}^2$  (Rauch, & Schoenau, 2001).

### **3.5. Conteúdo Mineral Ósseo.**

Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) é a quantidade de mineral contido no osso inteiro expresso em gramas ou como massa mineral por unidade de comprimento do osso expresso em gramas por  $\text{cm}^2$  (Schoenau et al., 2002).

### **3.6. Avaliação da composição corporal.**

Na opinião de Pessoa, Lewin, Longui, Mendonça & Bianco (1997) o tecido ósseo, assim como outros tecidos, apresenta um processo maturacional desde as primeiras semanas de vida embrionária até a idade adulta.

Na infância e adolescência, a formação óssea ocorre de maneira mais acentuada e, na idade adulta, o organismo alcança o pico de massa óssea, definido como o valor máximo de massa óssea atingida antes do início de sua perda (Gilsanz & Mora, 2003).

A partir dos 45-50 anos, a tendência natural do organismo é de sofrer uma redução gradual da densidade mineral óssea (DMO), que é a quantificação da

massa óssea, expressa em  $\text{g/cm}^2$ , esta redução pode ser acentuada ou exagerada, caracterizando a osteoporose, que tem como consequência o aumento da fragilidade esquelética e do risco de fraturas, afirma (Pessoa et al., 1997).

Alguns instrumentos para detetar a perda da DMO foram desenvolvidos ao longo do tempo, e o mais utilizado ultimamente é a absorptometria de raio-x de dupla energia (DEXA). Muitos estudos confirmam a validade e a precisão do (DEXA) tanto para as medidas de DMO, como para adiposidade e massa muscular/massa magra, (Kastl, Sommer, Klein, Hohenberger & Engelke, 2002; Ho, Kim, Schaffler & Sartoris, 1990; Glickman, Marn, Supiano & Denge, 2004).

### **3.7. Absortometria Radiológica de Dupla Energia.**

Com o intuito de estimar a DMO, alguns aparelhos foram desenvolvidos ao longo do tempo, sendo que o mais utilizado na atualidade é o de DEXA. Existem três modelos comercializados de DEXA (Hologic QDR, Lunar DPX e Norland XR), e todos medem a DMO, CMO, massa gorda e massa magra, cada modelo suporta uma configuração diferente de equipamento e programas, (Lohman, (1996).

O conceito que norteia a tecnologia da DEXA é o de que a atenuação *do photon in vivo* é uma função da composição de cada tecido. O acesso à composição corporal pela DEXA assume que o corpo consiste em três componentes, que são distinguíveis pelas suas propriedades de atenuação do raio-X: gordura, osso e tecido livre de gordura. O exame é realizado com o corpo supinado, dividindo o corpo em séries de *pixels* e, dentro de cada um destes, a atenuação do photon é mensurada em duas diferentes energias (Plank, 2005).

A DEXA, portanto, permite a estimação da composição corporal, a partir de medidas da atenuação da radiação do raio-X de base pixel-por-pixel sobre toda a superfície corporal (Slosman, Casez, Pichard, Rochat, Fery, Rizzoli, et al., 1992).

Para o nosso estudo utilizaremos a técnica de absorptometria radiológica de dupla energia, cujo aparelho disponível é (DEXA-Hologic QDR, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA).

## **4. Avaliação da força isocinética**

### **4.1. Dinamometria isocinética.**

A dinamometria isocinética é um requisito importante na avaliação neuromuscular, avaliação fiável com um grau de sensibilidade elevado, são muitas as vantagens descritas no uso do dinamómetro isocinético em relação ao desempenho muscular, tal como a análise do peak torque (PT), potência média (PM), da comparação (razão) agonista/antagonista, do trabalho total e dos índices de fadiga (Ellenbecker, & Davies 2000).

### **4.2. Testes isocinéticos.**

O aparelho isocinético é um dinamómetro eletromecânico com sistema servomotor, que atualmente se apresenta todo computadorizado. O indivíduo realiza um esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho. Este se caracteriza por possuir velocidade angular constante, permitindo realizar movimento na sua amplitude articular. A força exercida pelos grupos musculares varia durante o arco de movimento, devido ao seu braço de alavanca que se altera conforme a amplitude do movimento. Tem-se, então, o chamado momento angular de força ou torque. A resistência oferecida também é variável conforme a força realizada em cada ponto da amplitude articular. Mas a velocidade angular é sempre constante, em graus por segundo (°/seg), definida previamente pelo examinador, (Puhl, Noack, Scharf & Sedunko, 1988; Jones & Stratton, 2000), sendo diferente dos testes de força isométrica (sem movimento) onde a tensão muscular é avaliada num determinado ângulo articular.

Os testes isocinéticos são usados frequentemente avaliar a força muscular na medicina desportiva, tanto em ambientes de pesquisa como clínicos. Uma grande variedade de dados objetivos e reprodutíveis pode ser facilmente obtida

a partir de medições convenientes. Quando interpretados prontamente, estes dados podem ser usados para avaliar o desempenho funcional (Özçakar, Kunduracyoolu, Cetin, Ülkar, Guner, & Hascelik, 2003).

O estudo das características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho baseia-se na análise de indicadores como o momento de força máximo (MF máx.), a diferença bilateral de força e o rácio agonista/antagonista (Dvir, 2002).

Segundo Dvir (2004) a avaliação da força muscular com recurso a dinamómetros Isocinético tem sido largamente divulgada e utilizada no diagnóstico de disfunções neuro-musculo-esqueléticas (desequilíbrios musculares entre o membro dominante (D) /não dominante (ND) e os antagonistas/agonistas, também na reabilitação, no treino e na investigação, como indicador de desempenho de certos grupos musculares, sendo a sua medição feita através do *peak torque* (PT). Neste sentido, contribui para a prevenção, diagnóstico, reabilitação e aumento do desempenho desportivo (Brown., 2000; Iga, George, Lees, & Reilly, 2009; Lehance, Binet, Bury, & Croisier, 2009).

Os desequilíbrios musculares são uma das principais causas de lesão desportiva. Assim, a sua avaliação é crucial para o desenho e implementação de programas de prevenção de lesões (Magalhães, Oliveira, Ascensão, & Scares (2004).

#### **4.2.1. Dinamómetro utilizado na avaliação Isocinética.**

A avaliação do momento de força máximo (PT) e rácio (RACIO) foi realizada no dinamómetro Isocinético (Biodex System-3, Biodex Corp., Shirley, NY, USA), na velocidade angular de 60 graus/segundo e 180 graus / segundo. Entre os testes e equipamentos desenvolvidos para avaliação do desempenho muscular nos extensores e flexores do joelho, os dinamómetros Isocinéticos computadorizados são considerados padrão ouro (Dvir, 2002).

### **4.2.2. Posição de avaliação.**

As jovens foram posicionadas na cadeira do dinamómetro com uma inclinação de  $\pm 100^\circ$  (ângulo interno a partir da horizontal), com o eixo motor alinhado visualmente com o eixo da articulação do joelho e com as estabilizações necessárias ao nível do tronco, da cintura pélvica e da coxa de forma a evitar compensações inerentes a esforços máximos, por parte de outros grupos musculares e alavancas do corpo humano, para que o joelho a ser testado se mova com um único grau de liberdade (Hart, Stobbe, Till & Plumer 1984; Biodex System 3 Pro Manual 1995).

### **4.2.3. Utilização de valores normativos.**

Os parâmetros musculares avaliados pela dinamometria isocinética permitem comparações intra-indivíduo e inter-indivíduos. Avaliações intra-indivíduo incluem comparações de capacidade de produção de torque, trabalho e potência entre membros e dos valores de torque máximo entre musculaturas antagonistas (razão agonista/antagonista).

A utilização de dados normativos ou descritivos referentes a testes isocinéticos poderá ser um suporte útil para técnicos de saúde e treinadores na análise e interpretação dos seus resultados.

Comparações inter-indivíduos são feitas com dados normativos determinados para populações específicas. Os parâmetros isocinéticos têm sido usados para estabelecer dados normativos para várias musculaturas em diversas populações e podem ser utilizados para identificar indivíduos que apresentam défices na função muscular. É importante ressaltar que comparações com dados normativos somente são adequadas quando o equipamento utilizado, as condições de teste (fatores relacionados ao protocolo), as características do indivíduo (faixa etária, nível de atividade, sexo, dados clínicos) são equivalentes aos do estudo que forneceu os dados de referência, (Aquino, Vaz, Bricio, Silva, Ocarino, & Fonseca, 2007).

Codine, Bernard, Pocholle & Herisson, (2005); e Ellenbecker & Davies, (2000), apelam para os cuidados a ter na utilização destes valores normativos, referem

que os valores existem e poderão ser utilizados, no entanto, a especificidade da população avaliada, os instrumentos e procedimentos utilizados na mesma (diferentes posicionamentos, velocidades de avaliação, etc.) afetam os valores obtidos. Desta forma, quando utilizarmos valores normativos de forma a comparar testes de diversos indivíduos deveremos ter em consideração todos os fatores descritos, caso contrário não existirá validade na comparação efetuada.

A capacidade de produção de força dos músculos extensores do joelho é superior á produzida pelos músculos flexores, o que reúne o consenso na literatura, (Guyton, 1988; Hamill, et al,1999; Espregueira-Mendes & Pessoa, 2006), tal facto prende-se com a natureza anatômica do próprio músculo e com as suas características fisiológicas sem nunca descuidar a natureza e exigência específica do dia-a-dia do indivíduo (Guyton, 1988; Espregueira-Mendes et al., 2006; Capodaglio, Paolo et al, 2008).

O momento de força máximo (PT) é uma das medidas com mais relevância e que tem sido usada mais frequentemente nos estudos científicos e, de acordo com a literatura, esta medida isocinética é uma variável precisa e reproduzível, tornando-se uma referência para todas as avaliações isocinéticas. A proporção convencional agonista/antagonista é a mais utilizada para avaliar o equilíbrio unilateral entre os músculos isquiotibiais e quadricípites (I/Q).

#### **4.2.4. Correção ao efeito da gravidade**

Segundo o descrito na literatura científica esta razão está compreendida em intervalos constantes, independentemente da idade, do género e do lado testado, recomendando-se que esteja entre 50%-60% para velocidades de 60°/s e 70%-80% para velocidades iguais ou superiores a 180°/s (Brown, 2000; Croisier, 2004; Dvir, 2004).

De acordo com Perrin (1993) sempre que uma avaliação isocinética envolve movimentos de um membro numa posição vertical, sendo influenciada pela aceleração da gravidade (g), o avaliador deverá efetuar procedimentos de correção, que terão em consideração a massa do utensílio utilizado no

dinamómetro e também a massa do membro a ser testado. Se não for realizada a correção ao efeito da gravidade os dados obtidos pela avaliação isocinética serão o produto do somatório da força muscular com a força da gravidade (Edouard, Calmels, & Degache, 2009).

#### **4.2.5. Velocidade angular.**

Segundo Terreri, António; Greve, Júlia; AmatuZZi, & Marco, (2001) as avaliações isocinéticas podem utilizar velocidades angulares diferentes, que podem variar entre os 30°/s e 300°/s, São consideradas lentas quando são inferiores a 180°/s e rápidas quando superiores a 180°/s, a velocidade de 180°/s pode ser considerada intermédia.

Para Terreri et al., (2001) a velocidade angular lenta será a melhor para avaliar a força pois quanto menor a velocidade angular maior será a força, neste caso a velocidade mais utilizada é de 60°/seg. Para avaliação da potência ou índices de fadiga normalmente é usada a velocidade rápida ou intermédia.

Segundo AmatuZZi et al., (2001) PT e velocidade angular, ou movimento angular, são grandezas inversamente proporcionais, pois quando a velocidade angular realizada é baixa, os valores de PT são superiores.

### **5. Parâmetros de análise em avaliações isocinéticas.**

Como foi referido anteriormente os testes isocinéticos facultam-nos dados claros de grande validade, consequentemente permite-nos o acesso a um elevado número de dados quantitativos que podem ser usados na análise de função muscular. Neste estudo serão analisados os valores de *Peak torque* e o rácio EXT/FLEX do joelho.

#### **5.1. “Peak” torque.**

O peak torque representa o resultado da força aplicada num ponto multiplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, ou seja,  $T = F \times d$ , medida em newton-metro (N.m-1), o peak torque é o valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular, também pode ser expresso pela percentagem do peso corporal do indivíduo,

isto é, normalizado ao peso para se poder comparar grupos de indivíduos. O torque e a velocidade angular de movimento são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor a velocidade angular realizada, maior será o torque; quanto maior a velocidade, menor o torque (Terrerri et al., 2001; D'Alessandro et al, 2005; Tartaruga, Ambrosini, Mello & Severo, 2005; Aquino et al, 2007; Wibeling & Lia, 2009).

## **5.2. Rácio.**

Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Oyhre-Toulsen, (1998) entendem que a relação entre o torque isocinético máximo dos isquiotibiais e o torque isocinético máximo do quadríceps (IQT/QUA) é um parâmetro normalmente usado para descrever o equilíbrio muscular da articulação do joelho.

Os raios são utilizados para estudar a proporcionalidade da relação entre os valores de força de dois grupos musculares, com o intuito de perceber se há equilíbrio (Ellenbecker & Roetert, 2003), Um raio isquiotibiais/quadríceps diminuído pode colocar os isquiotibiais e o ligamento cruzado anterior (LCA) aumentando o risco de lesão (Holcomb, Rubley, Lee & Guadagnoli, 2007).

O método agonista-antagonista, tem como pressuposto a ativação da musculatura antagonista, criando estabilidade articular num processo denominado co-contracção, que em consequência, mantém atividade na musculatura oposta (Robbins, Young, Behm, Payne & Klimstra, 2010). Desta forma, quando a ativação da musculatura agonista é realizada com a fadiga do antagonista, ocorre um aumento no desempenho de produção de peak torque e potência no movimento seguinte, pois o mesmo não reduz a acção da musculatura agonista. A pré-ativação do antagonista seria um mecanismo inibidor da musculatura agonista, diminuindo o seu desempenho (Nobre, Figueiredo & Simão, 2010).

Américo, Souza, Guimarães & Rolla, (2011) referem que o desequilíbrio das forças que agem estática e dinamicamente sobre as articulações pode resultar de um padrão ou de uma rotina de movimentos em atividades diárias ou desportivas, que leva ao desenvolvimento de uma musculatura específica

causada por essa mesma sobrecarga. Esses desenvolvimentos específicos poderão causar alterações na postura ou alterações osteoarticulares e/ou musculo tendinosas de uma articulação. Quando o desequilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas é superior a 10%, o risco de lesão é 3 a 20 vezes superior ao de músculos que não apresentem desequilíbrios. Haverá deste modo uma maior suscetibilidade à lesão no grupo muscular mais fraco.

A utilização da pré-ativação dos músculos antagonistas antes da ativação dos agonistas tem recebido bastante atenção nas clínicas de reabilitação e nas salas de musculação. Verifica-se que as características de pré-ativação dos músculos antagonistas parecem influenciar positivamente a geração de força dos agonistas. Desta forma, indivíduos submetidos a essas pré-ativações poderiam melhorar o seu desempenho motor e gerar maiores níveis de peak torque (Carregaro, Cunha, Cardoso, Pinto & Bottaro, 2011).

## **6. Avaliação da capacidade de impulsão vertical e potência muscular.**

Frequentemente o processo de avaliação da condição física tem-se focado nos aspetos relacionados com a saúde considerando as componentes da composição corporal e a realização de um teste de esforço incremental, esquecendo-se de outros fatores como a capacidade para libertar importantes quantidades de energia em pouco tempo, a velocidade, a força e a potência máxima, das quais depende o rendimento em numerosas disciplinas desportivas (Gorostiaga & Calbet, 2001).

De acordo com Bosco (1994) o metabolismo anaeróbio (láctico e aláctico) e as características viscoelásticas do músculo no seu comportamento em situação de maior exigência, bem como todas as manifestações de força, a velocidade e capacidade para armazenar e utilizar energia elástica são fatores determinantes na maior parte do trabalho muscular, exigido na maioria das disciplinas desportivas. Com efeito, a avaliação funcional referente ao estudo dos aspetos neuromusculares e do metabolismo anaeróbio, tal como a avaliação da capacidade de salto como forma de determinar a força e a

potência muscular têm sido recentemente objeto de diversos estudos e investigações, (Evetovich, Nauman, Conley & Todd, 2003; Bacurau & Monteiro, 2009; Behm & Kibele, 2007; Power et al., 2004; Nelson, Guillory, Cornwell & Kokkonen, 2001b).

A potência máxima obtida durante o teste de salto vertical pode ser calculada mediante vários métodos. Através do monograma de Lewis (Fox & Mathews, 1976) em anexo.

A fórmula utilizada para determinar a potência gerada é: Potencia Máxima (kgm · s-1) =  $\sqrt[4]{4.9 \times MC \text{ (kg)} \times \sqrt{D^n}}$

Onde:

$\sqrt[4]{4.9}$  = Valor constante

MC = Massa corporal (o peso) do corpo em(kg)

Dn = Distancia correta do Salto. Diferencia (distancia) entre la Altura do Alongamento (altura de alcance de pé em centímetros) y la Altura Máxima de Salto (altura do salto vertical, SV, em centímetros)

## 6.1. Testes para avaliar a capacidade de salto vertical

### 6.1.1. Teste de Sargent.

Bosco (1994) refere que em 1921. Seargent propõe um teste simples e de fácil realização, a fim de avaliar a capacidade de salto vertical. Este teste ficou conhecido por “Jump and reach” uma vez que o resultado do salto é dado pela diferença (em centímetros) entre a altura que o sujeito consegue alcançar e/ou tocar, no salto e, a marca que alcança aquando parado colocando o braço na vertical ao lado de uma parede.

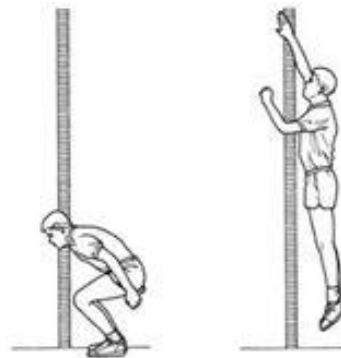


Figura 1 - Teste de Sargent - Jump and reach (Mynameisalex).

### 6.1.2. Teste de Abalakov.

Em 1938 um investigador russo (Abalakov), introduziu a metodologia da medida da distância saltada, utilizou uma fita métrica fixada à cintura por um extremo e, livre pelo outro, o qual ligado a um marcador permite verificar a altura do salto (Bosco, 1994) - Figura 2.

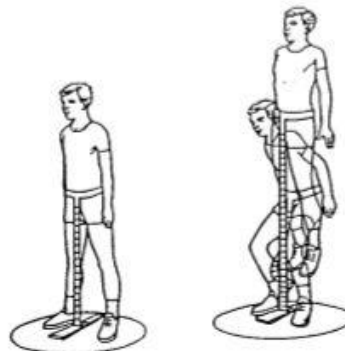


Figura 2 - Teste de Abalakov (retirado de Cometti,1998).

A capacidade de salto como efeito da potência tem sido foco da atenção de muitos investigadores. Tal facto permitiu um desenvolvimento extraordinário no estudo do comportamento mecânico dos músculos durante a execução de saltos verticais graças à utilização de instrumentos científicos altamente sofisticados, como a plataforma de forças ( Davies & Renie, 1968; Cavagna et al, 1972; referidos por Bosco, 1994) ou a tabela dinamométrica a quarzo de (Lauru, 1957, citado por Bosco, 1994).

### **6.1.3. O Sistema Ergo Jump de Bosco.**

A ideia do autor quando desenvolveu este sistema foi tão só a de criar um instrumento que permitisse registar o tempo de voo durante a fase de suspensão de um salto sem utilizar as sofisticadas e dispendiosas plataformas de força. Este tempo de voo permite calcular a elevação do c.g., a qual traduz a potência desenvolvida ou força explosiva, sendo que a relação força-tempo representa o impulso de força que projetará o atleta para cima.

A solução consiste na utilização de uma plataforma condutora, ligada a um sistema de cronometragem eletrónico (microprocessador, computador, cronómetro) que é acionado automaticamente pelo mesmo sujeito que salta, abrindo o circuito no momento de saída e fechando-o no momento em que os pés voltam a contactar a plataforma (Bosco, 1983).

O Ergo Tester é um programa desenvolvido pela Globus, o qual contém num mesmo recetor programas para diferentes testes ou funções. Assim, com ligação e utilização de células fotoelétricas é possível aceder a testes ou protocolos de velocidade e resistência. Com ligação ao tapete Ergojump, é possível a realização de diversos protocolos para avaliação da força explosiva.

Para aceder aos diversos protocolos (SJ, CMJ, stiffness test ou reatividade e Multijump test) que o programa possibilita, basta escolher no menu a função “jump” e nesta, o teste a realizar, o instrumento tem a capacidade de medir os tempos de voo dos saltos realizados. Efetua os cálculos da altura, altura média e potência média, consoante o protocolo, sendo também possível armazenar os dados se assim o entendermos.

O tempo de voo (TV) permite determinar a altura alcançada pelo centro de gravidade (h cg) no salto através da fórmula proposta por (Bosco, Komi & Luhtanen 1983).

$$AL = tv.^2 g / 8$$

AL cg – simboliza a altura do centro de gravidade;

g – simboliza a aceleração da gravidade (9,81 m/s);

TV – simboliza o tempo de voo (s).

#### **6.1.4. Característica geral do sistema Ergo Jump.**

Consiste numa ferramenta que avalia as características individuais e qualidades específicas de cada indivíduo, é mais acessível que a plataforma de força. Através dum *Hardware* permite por intermédio de fórmulas calcular e registar o tempo de voo, através deste calcula a elevação do centro de gravidade, traduzindo assim a potência desenvolvida ou força explosiva, a relação força-tempo de voo simboliza a força de impulso que lança o atleta para cima.

### **6.2. Pertinência do estudo.**

Não existem muitos estudos que associem as diversas modalidades e suas características aos efeitos que a prática das mesmas tem sobre a composição corporal numa perspectiva de prevenção.

A obesidade acarreta consigo um conjunto de comorbilidades que se agravam com o avançar da idade, a osteoporose afeta 30% das mulheres em Portugal e torna-se importante encontrar soluções que ajudem a prevenir e combater esta doença.

A introdução neste estudo do exercício vibratório visa encontrar sinais que nos orientem em outros estudos na procura de respostas adequadas para a prevenção da osteoporose.

## CAPITULO III – METODOLOGIA

### 1. Amostra.

A amostra da investigação foi voluntária e de conveniência, recrutada pelos investigadores de entre as alunas de uma escola secundária e atletas das modalidades alvo do estudo (natação e futsal). A todas as participantes e respetivos encarregados de educação foram explicados os objetivos do estudo, após o qual, assinaram uma declaração de consentimento para participarem no mesmo (anexo 1). Todos os procedimentos foram previamente aprovados em 20/11/2014, pela comissão de ética da área de saúde e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/45359/2014/P1) e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

Foram estabelecidos os seguintes critérios de admissão para os distintos grupos:

Todas as participantes na amostra deveriam ter idades compreendidas entre os 16 e os 21 anos, inclusive. As médias de idades dos distintos grupos foram as seguintes: NAT EV ( $18,15 \pm 1,32$  anos), NAT ( $18,20 \pm 1,28$  anos), FUTS ( $18,33 \pm 1,26$  anos), CONT ( $17,12 \pm 1,40$  anos).

Para o grupo de Natação e Exercício Vibratório (NAT EV)

- Participar regularmente nos treinos de natação pura ou sincronizada
- Cumprir com o protocolo de exercício vibratório
- Não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros inferiores

Para o grupo de Natação (NAT)

- Realizar regularmente os treinos de natação pura ou sincronizada
- Não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros inferiores

Para o grupo de Futsal (FUTS)

- Participar regularmente nos treinos de futsal
- Participação regular nos Campeonatos Regionais ou Nacionais
- Não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros inferiores

Para o grupo de Controlo (CONT)

- Frequentar regularmente e participar ativamente nas aulas de Educação Física na escola
- Não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros inferiores

Todos os elementos da amostra consideraram a perna direita como membro dominante.

Durante o decurso do período destinado ao estudo e das avaliações efetuadas, finalizaram o processo 26 elementos da amostra (93% dos avaliados), apresentando-se no Quadro 2 os motivos apontados pelos indivíduos dos diferentes grupos para não concluírem todo o processo.

| Motivos                   | G. NAT EV | G. NAT | G. FUTS | G. CONT |
|---------------------------|-----------|--------|---------|---------|
| Lesão                     | 1         | ----   | ----    | ----    |
| Desistência da modalidade |           | 1      | ----    | ----    |
| Dropout total             | 1         | 1      | ----    | ----    |

**Quadro 2 - Motivos apontados para a não conclusão/abandono do processo de avaliação.**

No Quadro 3 pode observar-se os valores relativos à massa, altura e índice de massa corporal registados pelos grupos de NAT EV, NAT, FUTS e CONT na avaliação pré-intervenção.

|                    |        | Pré (média±DP) | P     |
|--------------------|--------|----------------|-------|
| <b>Massa (kg)</b>  | NAT EV | 52,2 ± 6,8     | 0,895 |
|                    | NAT    | 55,0 ± 7,2     |       |
|                    | FUTS   | 50,5 ± 4,5     |       |
|                    | CONT   | 54,4 ± 9,7     |       |
| <b>Altura (cm)</b> | NAT EV | 162,0 ± 6,6    | 0,659 |
|                    | NAT    | 163,5 ± 7,1    |       |
|                    | FUTS   | 159,4 ± 2,8    |       |
|                    | CONT   | 159,9 ± 4,8    |       |
| <b>IMC (kg/m²)</b> | NAT EV | 19,8 ± 1,7     | 0,924 |
|                    | NAT    | 20,5 ± 1,5     |       |
|                    | FUTS   | 19,8 ± 1,1     |       |
|                    | CONT   | 21,2 ± 3,4     |       |

$P < 0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo.

**Quadro 3 - Parâmetros de caracterização da amostra (Média, Desvio padrão da massa corporal (kg), altura (cm) e Índice Massa Corporal (kg/m²), pré intervenção, P – teste t para amostras independentes.**

## 2. Procedimentos

Os participantes foram avaliados no laboratório situado no pavilhão da Universidade de Évora, com uma temperatura ambiente de 22°C, procurando recriar as condições ideais para avaliar a força muscular da amostra.

Tendo em conta os objetivos a atingir com a realização do presente estudo, houve necessidade de realizar 2 momentos distintos de avaliação bilateral da força dos músculos extensores e flexores do joelho, potência muscular e composição corporal. Todos os elementos da amostra foram familiarizados com os aparelhos de avaliação e respetivos protocolos. O programa de exercício teve a duração de 24 semanas.

Os momentos de avaliação decorreram da seguinte forma (Figura 3):

1ª Avaliação em Novembro – pré intervenção

2ª Avaliação em Maio - pós intervenção

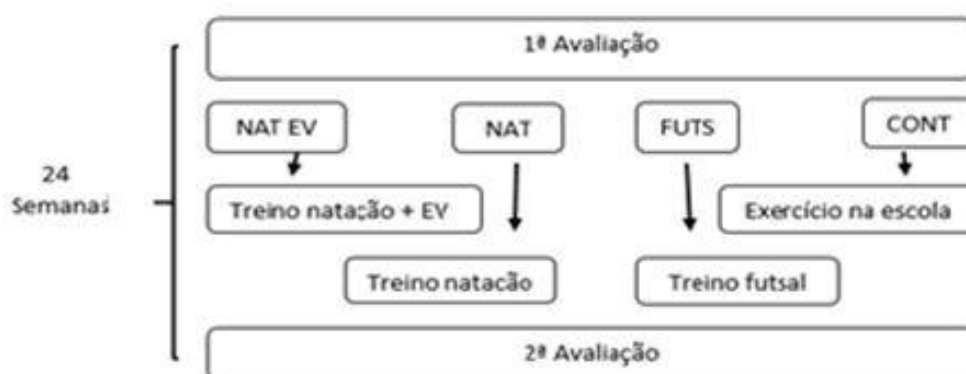


Figura 3 - Diagrama representativo do desenho da situação experimental.

## 2.1. Características dos diferentes programas de exercício.

### O grupo de NAT EV

Realizou 5 sessões de treino de natação por semana com a duração média de 1h30m por sessão.

No EV efetuou três sessões por semana, com a duração média de 12 minutos/sessão.

Previamente ao EV realizaram um período de aquecimento em ciclo ergómetro com a duração de 10 minutos.

Programa EV:

A frequência introduzida inicialmente foi de 20 HZ e a amplitude de 3 mm, mantendo-se esta até ao final do programa.

Da 1ª semana à 6ª houve um incremento de repetições (1) por minuto.

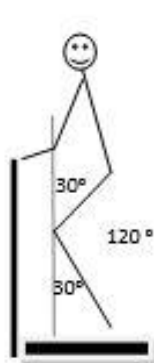
Da 7ª semana à 13ª aumentou-se a frequência de 20Hz para 25Hz.

Da 14ª à 24ª manteve-se os 25Hz de frequência e o exercício deixou de se realizar em posição estática e passou a exercício dinâmico, com a realização de 1 flexão de pernas a cada 4 segundos, ou seja, 15 flexões por minuto. Todas as atletas praticam a modalidade na condição de federados à mais de 5 anos, representam um clube da região, o Aminata Évora Clube de Natação e participam regularmente nos torneios e campeonatos regionais da modalidade tal como em campeonatos nacionais.

**Quadro 4 - Programa de NAT EV:**

| Semana    | Repetições     |                        | Frequência/Hz<br>(ciclos/min) | Amplitude<br>(mm) |
|-----------|----------------|------------------------|-------------------------------|-------------------|
|           | Tempo<br>(min) | Tempo de repouso (min) |                               |                   |
| 1ª        | *4x1           | 1                      | 20 Hz                         | 3mm               |
| 2ª        | *5x1           | 1                      | 20 Hz                         | 3mm               |
| 3ª a 6ª   | *6x1           | 1                      | 20 Hz                         | 3mm               |
| 7ª a 13ª  | *6x1           | 1                      | 25 Hz                         | 3mm               |
| 14ª a 24ª | **6x1          | 1                      | 25 Hz                         | 3mm               |

\* Exercício realizado em posição estática \*\* Exercício dinâmico, (1 flexão de pernas a cada 4 segundos)



**Figura 4 - Posição estática.**



**Figura 5 - Posição dinâmica.**

### O grupo de NAT

Realizou 5 sessões de treino por semana com a duração média de 1h30m.

Todas as atletas praticam a modalidade na condição de federados à mais de 5 anos, representam um clube da região, o Aminata Évora Clube de Natação e participam regularmente nos torneios e campeonatos regionais da modalidade tal como em campeonatos nacionais.

### O grupo de FUTS

Realizou 4 a 5 sessões de treino por semana com a duração média de 1h45m por sessão. As atletas praticam a modalidade na condição de federados à mais de 4 anos, representam na modalidade de FUTS o Internacional Sport Clube e participam regularmente no campeonato distrital assim como na taça distrital.

### O grupo de CONT

É composto por raparigas pertencentes à Escola Secundária Severim de Faria. Ao longo do estudo participaram regularmente nas aulas de educação física. Frequentaram duas aulas por semana com a duração de 1h30m cada.

### 3. Instrumentos e variáveis do estudo.

#### 3.1. Exercício vibratório.

Foi utilizada a plataforma Galileo 2000, é uma plataforma vibratória desenhada especialmente para desportistas ou pessoas com boa condição física permitindo uma grande amplitude de movimento (Figura 6).

Caraterísticas:

Dimensões: 850x610x190 mm

Altura total: 1250 mm

Peso: 68 kg

Plataforma: 700x280 mm

Carga máxima: 200 Kg

Frequência: 5-30Hz

Amplitude: 0-  $\pm 6,1$  mm

Sistema elétrico: 230V AC, 50-60 Hz, 800 VA



Figura 6 - A plataforma vibratória Galileo 2000, (Galileo Fitness).

## 3.2. Composição corporal

Para avaliar a composição corporal foi usada a técnica de absorciometria radiológica de dupla energia (DEXA-Hologic QDR, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA) – (Figura 7).

A tecnologia DEXA utiliza raios x de energias diferentes (70 – 140 Kevs), os quais permitem a avaliação quantitativa da densidade das estruturas estudadas (zonas moles e componentes ósseos).

As estruturas avaliadas são: coluna lombar, 1/3 proximal do fêmur, radio-ulna e corpo inteiro.

Avalia também a densidade mineral óssea em gramas por centímetro quadrado.



Figura 7 - (DEXA-Hologic QDR, Hologic, Inc., Bedford, MA, USA).

### 3.2.1. Posição.

As avaliações foram realizadas com as jovens usando o mínimo de vestuário possível (bata) e deitadas na posição de decúbito dorsal, tinham de permanecer imóveis durante a avaliação (7 minutos), previamente foi-lhes solicitado que retirassem todos os objetos metálico para posteriormente se proceder à avaliação de corpo inteiro.

Todas as avaliações foram efetuadas por um técnico devidamente habilitado.

### **3.2.2. Protocolos.**

Foi verificada a garantia da qualidade do aparelho, as calibrações foram realizadas diariamente de acordo com as recomendações do fabricante.

### **3.2.3. Variáveis de estudo.**

Através da técnica de absorciometria radiológica de dupla energia foram obtidos dados referentes à densidade mineral óssea em todo o corpo (DMO-TC), conteúdo mineral ósseo em todo o corpo (CMO-TC), percentagem gordura na perna direita e perna esquerda (G-PD, G-PE), percentagem de massa magra na perna direita e perna esquerda (MM-PD,MM-PE), densidade mineral óssea na perna direita e perna esquerda (DMO-PD,DMO-PE), conteúdo mineral ósseo na perna direita e perna esquerda (CMO-PD,CMO-PE).

### **3.3. Avaliação da força isocinética nos músculos extensores e flexores do joelho**

Avaliação foi realizada no dinamômetro Isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA) – (Figura 8). Segundo a literatura é considerado um instrumento que apresenta uma elevada validade e fiabilidade para a realização de avaliações isocinéticas (Stickley, Hetzler, Freemyer & Kimura, 2008; Edouard et al., 2013).



**Figura 8 - Dinamômetro Isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA).**

### **3.3.1. Posição.**

Os sujeitos foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético com uma inclinação de 100° (ângulo interno a partir da horizontal), assumindo cada um deles a posição de sentado, com um ângulo de flexão do coxofemoral de 80°, o eixo motor foi alinhado visualmente com o eixo da articulação do joelho e foram aplicadas as estabilizações necessárias ao nível do tronco, da cintura pélvica e da coxa (1/3 distal) de forma a evitar as substituições e compensações inerentes a esforços máximos, por parte de outros grupos musculares e alavancas do corpo humano, para que o joelho a ser testado se mova com um único grau de liberdade (Biodex System 3 Pro Manual 1995; Dvir, 1995; Lund et al, 2005; Magalhães et al, 2004).

O ponto de aplicação da resistência foi posicionado no terço distal da perna, 2 centímetros acima do maléolo lateral da articulação tibiotársica (sensor acima dos maléolos) e, em seguida, corretamente fixado com tiras adjacentes. As participantes foram instruídas a realizarem o teste com as mãos agarradas aos apoios laterais.

Foi determinado o peso do membro a testar, através do sistema intrínseco do dinamômetro, para a correção dos valores de PT nos movimentos de flexão e extensão do joelho devido à ação da gravidade (Hole et al, 2000; Magalhães, et al, 2004; Rahnama et al, 2005; Schmitz & Weswood, 2001).

### **3.3.2. Protocolos utilizados**

O protocolo utilizado para determinação da força Isocinética dos músculos extensores e flexores do joelho, foi realizado no modo concêntrico/concêntrico, a velocidade angular utilizada neste estudo para avaliar o peak-torque (PT) foi de 60°/s (3 repetições) e 180°/s (10 repetições) numa amplitude de movimento compreendida entre os 100° - 0°, com 1 minuto de repouso entre protocolos, como descrito na literatura (Buchanan & Vardaxis, 2003; Lund et al, 2005; Perrin, 1993; Mendonça et al., 2010; Bittenourt et al., 2005).

Durante a realização do teste foi proporcionado um feedback auditivo a todos os participantes como incentivo para um bom desempenho na realização do teste (Lund et al., 2005).

Previamente ao teste as participantes realizaram um período de aquecimento específico de intensidade submáxima no dinamómetro a fim de se familiarizarem com o equipamento e com todos os procedimentos da sua execução tal como preconizam (Brown & Weir 2001; Dvir 2004).<sup>7</sup>

### **3.3.3. Variáveis de estudo.**

Com o objetivo de cumprir os propósitos delineados no estudo, distinguir os níveis de força e equilíbrio muscular dos músculos extensores e flexores do joelho usaram-se as variáveis:

Peak-torque (momento de força máximo), representa o momento em que se aplica maior força muscular na amplitude de movimento, ou seja o valor correspondente à força muscular funcional máxima, possibilita para além de isso avaliar a força dos músculos agonistas e antagonistas (Aquino et al, 2007; Wibeling, 2009).

Rácio agonista/antagonista, representa o equilíbrio existente entre os músculos flexores e extensores do joelho (Isquiotibiais/Quadríceps) e é expresso em %, segundo Brown (2000), desequilíbrios musculares excessivos aumentam o risco de lesão.

Convencionalmente, o rácio da força isquiotibiais/quadríceps é calculado dividindo o momento máximo dos flexores do joelho (isquiotibiais) pelo momento máximo do extensor do joelho (quadríceps) medido em idênticas velocidades angulares e modalidades de contração (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998).

Segundo os referidos autores o rácio calcula-se através da seguinte fórmula:

$$\text{Rácio} = (\text{PT I} / \text{PT Q}) \times 100$$

### **3.4. Avaliação da capacidade de salto vertical**

Para avaliar a potência muscular dos membros inferiores através do salto vertical Squat-Jump (SJ) e Countermovement Jump (CMJ) recorreu-se ao

tapete de contato Ergo Tester (Globus Itália, Codogne, Itália) – (Figura 9). Este sistema foi cuidadosamente descrito no ponto 6.1.3. da revisão bibliográfica. É constituído por uma plataforma de material sintético, com ligação a um recetor que possui todo o programa (Ergo Tester).



Figura 9 - Recetor Ergotester e tapete Ergojump com respetiva ligação, (Globus Itália).

### 3.4.1. Salto vertical Squat Jump.

O SJ é um salto vertical realizado com os membros inferiores em simultâneo, previamente colocam-se as mãos na cintura e fletem-se os membros inferiores formando um ângulo de 90°, executa-se o salto vertical sem movimentos ou balanços procurando atingir a altura máxima (Figura 10).

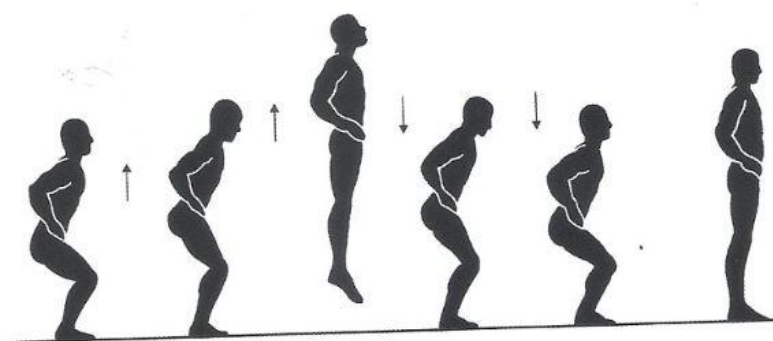


Figura 10 – Sequência no salto vertical Squat jump, (BARBANTI 2010).

Segundo Bosco (1991), o referido teste avalia a força explosiva sem a utilização da energia elástica nem o aproveitamento do reflexo miotático, autores como Vélez, (1992) consideram-no como teste de força concêntrica-elástica-explosiva.

### 3.4.2. Salto vertical Countermovement Jump.

O CMJ é um salto vertical realizado com os membros inferiores em simultâneo, previamente colocam-se as mãos na cintura, partindo de uma extensão inicial dos MI (Erro! A origem da referência não foi encontrada.).

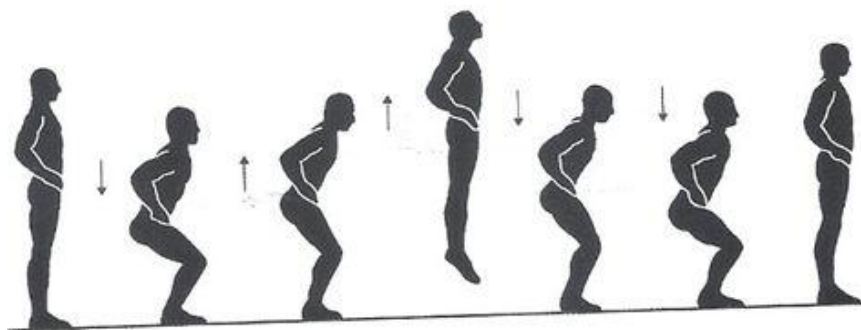


Figura 11 – Sequência na execução do salto vertical CMJ, (BARBANTI 2010).

Este salto consiste em realizar um movimento de flexão – extensão para, consecutivamente e sem pausa realizar um salto vertical procurando atingir a altura máxima. O salto vertical CMJ permite avaliar a força explosiva dos membros inferiores beneficiando do reflexo miotático, Cometti, (1997) denomina-o de teste de força explosiva-reativo- balística, já Vittori, (1990) considera-o como teste de força explosiva-elástico-reflexa.

### 3.4.3. Protocolos utilizados na avaliação do salto vertical SJ e CMJ.

A avaliação da potência muscular dos MI foi realizada através da execução de dois saltos verticais:

1º Protocolo - Três repetições do salto vertical SJ

Intervalo de 1 minuto para recuperação

2º Protocolo – Três repetições do salto vertical CMJ

Em ambos os saltos verticais foram registados dados nas variáveis tempo de voo (TV) e altura de salto (AS), para efeito de estudo anotaram-se os dados correspondentes ao melhor resultado do conjunto dos três saltos verticais em cada variante, SJ e CMJ.

## 4. Tratamento estatístico.

Os dados do estudo foram alvo de uma análise estatística descritiva e inferencial.

Para a estatística descritiva foram calculadas as médias e os desvios padrão.

Para a análise inferencial foram efetuadas comparações que permitiram também aferir o efeito das intervenções.

Como os dados recolhidos eram quantitativos, privilegiou-se a utilização de técnicas estatísticas paramétricas, para tal, averiguou-se o cumprimento dos pressupostos de cada técnica.

Em acordo, o teste de Shapiro-Wilk foi usado para testar a normalidade dos dados e o teste de Levene foi utilizado para testar a homogeneidade de variâncias.

Como não se verificaram os pressupostos das técnicas estatísticas paramétricas na maioria das variáveis estudadas, optou-se por utilizar a estatística não paramétrica.

Para as comparações intra-grupo utilizou-se o teste de Wilcoxon e para as comparações inter-grupo utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis seguido do pós teste *Pairwise* para comparar os grupos dois a dois.

O *effect size* foi determinado segundo a fórmula de Cohen:  $d = (M_{\text{pós}} - M_{\text{pré}}/DP)$

Onde:

$d$  é a magnitude do efeito;

$M_{\text{pós}}$  é o valor médio observado no pós-teste;

$M_{\text{pré}}$  é o valor médio observado no pré-teste;

$DP$  é uma medida de variabilidade, por exemplo o desvio-padrão.

Foi utilizada para análise da sua magnitude a tabela de referência para o treino da força de (Rhea, 2004<sup>a</sup>,p.919) que consta no anexo 2 desta monografia.

Foi considerado um efeito moderado nos grupos de treino quando evidencia valor entre 0.50 e 1.0.

Para ser considerado um valor alto em termos de *effect size*, o valores de corte para os desportistas é superior a 1,0 ao passo que para o grupo de controlo se tomou como referência > 2.0.

Para a análise inferencial foi estabelecido um nível de significância tal que  $p \leq 0,05$ .

O tratamento estatístico foi realizado recorrendo ao *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 2.2 para Windows®.

## CAPITULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 1. Efeitos de 24 semanas de treino na composição corporal.

Quadro 5 – Resultados da Massa (kg), da altura (cm) e do IMC (kg/m<sup>2</sup>), pré e pós intervenção.

|                          |        | Pré         | Pós         | Effect |        |       |
|--------------------------|--------|-------------|-------------|--------|--------|-------|
|                          |        | (média±DP)  | (média±DP)  | Sizes  | p*     | p**   |
| Massa (kg)               | NAT EV | 52,2 ± 6,8  | 55,2 ± 5,6  | 0,44   | 0,075  | 0,313 |
|                          | NAT    | 55,0 ± 7,2  | 58,2 ± 7,3  | 0,44   | 0,027* |       |
|                          | FUTS   | 50,5 ± 4,5  | 50,7 ± 5,8  | 0,04   | 0,705  |       |
|                          | CONT   | 54,4 ± 9,7  | 56,8 ± 9,6  | 0,24   | 0,027  |       |
| Altura (cm)              | NAT EV | 162,0 ± 6,6 | 162,3 ± 6,8 | 0,04   | 0,102  | 0,454 |
|                          | NAT    | 163,5 ± 7,1 | 164,6 ± 6,7 | 0,15   | 0,285  |       |
|                          | FUTS   | 159,4 ± 2,8 | 159,8 ± 2,6 | 0,4    | 0,157  |       |
|                          | CONT   | 159,9 ± 4,8 | 159,9 ± 4,5 | 0      | 0,655  |       |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | NAT EV | 19,8 ± 1,7  | 21,0 ± 1,8  | 0,70   | 0,075  | 0,525 |
|                          | NAT    | 20,5 ± 1,5  | 21,4 ± 2,0  | 0,6    | 0,173  |       |
|                          | FUTS   | 19,8 ± 1,1  | 19,8 ± 1,7  | 0      | 1,000  |       |
|                          | CONT   | 21,2 ± 3,4  | 22,2 ± 3,4  | 0,29   | 0,028* |       |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 5 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis Massa, Altura e IMC. No que respeita à análise inter grupo, não se observaram diferenças significativas. Comparativamente, a avaliação intra grupos apresenta valores estatisticamente significativos após intervenção na variável

Massa e na variável IMC. No grupo Nat, e no grupo de Cont. observou-se na variável Massa um aumento dos valores após intervenção de  $3,2 \text{ kg} \pm 7,3$  ( $p = 0,027$ ), e  $2 \text{ kg} \pm 9,6$  ( $p=0,027$ ) respetivamente. No grupo de Controlo, na variável IMC, observou-se um aumento dos valores após intervenção de  $1 \text{ kg/m}^2 \pm 3,4$  ( $p=0,028$ ).

**Quadro 6 – Resultados pré e pós intervenção do conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea em todo o corpo, CMO-TC e DMO-TC.**

|                                     |        | Pré<br>(média±DP) | Pós<br>(média±DP) | Effect<br>Sizes | P*     | P**   |
|-------------------------------------|--------|-------------------|-------------------|-----------------|--------|-------|
| <b>CMO-TC<br/>(g)</b>               | NAT EV | 1895,8 ± 343,7    | 1945,6 ± 283,5    | 0,14            | 0,116  |       |
|                                     | NAT    | 2086,8 ± 349,0    | 2073,5 ± 381,1    | 0,03            | 0,600  | 0,588 |
|                                     | FUTS   | 2047,3 ± 215,7    | 2050,5 ± 197,9    | 0,01            | 0,753  |       |
|                                     | CONT   | 1886,9 ± 271,5    | 1889,9 ± 273,3    | 0,01            | 0,674  |       |
| <b>DMO-TC<br/>(g/m<sup>2</sup>)</b> | NAT EV | 1,0 ± 0,1         | 1,1 ± 0,1         | 1               | 0,028* |       |
|                                     | NAT    | 1,1 ± 0,1         | 1,1 ± 0,1         | 0               | 0,345  | 0,295 |
|                                     | FUTS   | 1,1 ± 0,1         | 1,1 ± 0,1         | 0               | 0,345  |       |
|                                     | CONT   | 1,0 ± 0,1         | 1,0 ± 0,1         | 0               | 0,093  |       |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 6 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis CMO-TC e DMO-TC, relativamente à análise inter grupo, não se observaram diferenças significativas. Os dados mostram que a avaliação intra grupos apresenta valores estatisticamente significativos após intervenção na variável DMO-TC. No grupo NAT EV, observa-se uma melhoria após intervenção na variável DMO-TC, de  $0,1 \text{ (g/m}^2\text{)} \pm 0,1$  ( $p=0,028$ ) correspondendo a um *effect size* de 1, tabela de referência em anexo.

**Quadro 7 – Resultados pré e pós intervenção, através das médias e respetivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), nas variáveis gordura na perna esquerda (G-PE), massa magra na perna esquerda (MM-PE), gordura na perna direita (G-PD), massa magra na perna direita (MM-PD).**

|                      |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>Sizes | P*    | P**   |
|----------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-------|-------|
| <b>G-PE<br/>(g)</b>  | NAT EV | 3526,04 $\pm$ 752,7     | 3540,1 $\pm$ 734,8      | 0,01            | 0,866 |       |
|                      | NAT    | 3667,1 $\pm$ 1070,7     | 3708,8 $\pm$ 1015,4     | 0,03            | 0,917 | 0,144 |
|                      | FUTS   | 2918,7 $\pm$ 314,3      | 2800,4 $\pm$ 485,9      | -0,37           | 0,345 |       |
|                      | CONT   | 3973,6 $\pm$ 1549,6     | 4262,0 $\pm$ 1528,4     | 0,18            | 0,123 |       |
| <b>MM-PE<br/>(g)</b> | NAT EV | 6554,6 $\pm$ 967,9      | 6528,4 $\pm$ 962,8      | -0,02           | 0,735 |       |
|                      | NAT    | 6671,0 $\pm$ 865,3      | 6754,7 $\pm$ 1048,2     | 0,09            | 0,463 | 0,869 |
|                      | FUTS   | 6520,8 $\pm$ 784,0      | 6421,5 $\pm$ 731,4      | -0,12           | 0,600 |       |
|                      | CONT   | 6413,1 $\pm$ 652,2      | 6533,6 $\pm$ 827,3      | 0,18            | 0,779 |       |
| <b>G-PD<br/>(g)</b>  | NAT EV | 3443,6 $\pm$ 705,3      | 3434,4 $\pm$ 760,6      | -0,01           | 0,866 |       |
|                      | NAT    | 3007,4 $\pm$ 1150,8     | 3716,0 $\pm$ 1028,5     | 0,61            | 0,249 | 0,154 |
|                      | FUTS   | 2816,2 $\pm$ 332,9      | 2754,9 $\pm$ 421,8      | -0,18           | 0,463 |       |
|                      | CONT   | 3874,0 $\pm$ 1611,3     | 4150,5 $\pm$ 1637,6     | 0,17            | 0,93  |       |
| <b>MM-PD<br/>(g)</b> | NAT EV | 6357,8 $\pm$ 885,6      | 6486,8 $\pm$ 849,3      | 0,14            | 0,310 |       |
|                      | NAT    | 6653,2 $\pm$ 799,8      | 6674,3 $\pm$ 959,0      | 0,02            | 0,753 | 0,864 |
|                      | FUTS   | 6282,1 $\pm$ 493,1      | 6240,4 $\pm$ 650,4      | -0,08           | 0,917 |       |
|                      | CONT   | 6244,7 $\pm$ 725,9      | 6241,1 $\pm$ 830,7      | -0,00           | 0,779 |       |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 7 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis G-PE, MM-PE, G-PD e MM-PD., na análise intra grupo e na análise inter grupo não se observaram diferenças significativas, quer no pré intervenção quer no após intervenção.

**Quadro 8 – Resultados pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), nas variáveis conteúdo mineral ósseo na perna esquerda (CMO-PE), densidade mineral óssea na perna esquerda (DMO-PE), conteúdo mineral ósseo na perna direita (CMO-PD), densidade mineral óssea na perna direita (DMO-PD).**

|                                     |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>Sizes | P*     | P**     |
|-------------------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|-----------------|--------|---------|
| <b>CMO-PE<br/>(g)</b>               | NAT EV | 336,9 $\pm$ 67,6        | 324,8 $\pm$ 63,3        | -0,17           | 0,173  | 0,507   |
|                                     | NAT    | 335,3 $\pm$ 72,6        | 337,1 $\pm$ 74,7        | 0,02            | 0,463  |         |
|                                     | FUTS   | 356,5 $\pm$ 33,0        | 370,5 $\pm$ 36,0        | 0,42            | 0,116  |         |
|                                     | CONT   | 331,8 $\pm$ 60,4        | 331,0 $\pm$ 63,0        | -0,01           | 0,779  |         |
| <b>DMO-PE<br/>(g/m<sup>2</sup>)</b> | NAT EV | 1,0 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | 0               | 0,173  | 0,036** |
|                                     | NAT    | 1,0 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | 0               | 0,917  |         |
|                                     | FUTS   | 1,1 $\pm$ 0,0           | 1,2 $\pm$ 0,0           | 0.1             | 0,028* |         |
|                                     | CONT   | 1,0 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | 0               | 1,000  |         |
| <b>CMO-PD<br/>(g)</b>               | NAT EV | 318,1 $\pm$ 51,6        | 324,8 $\pm$ 53,2        | 0,12            | 0,075  | 0,796   |
|                                     | NAT    | 342,2 $\pm$ 74,8        | 339,3 $\pm$ 72,6        | -0,03           | 0,345  |         |
|                                     | FUTS   | 350,6 $\pm$ 31,8        | 349,6 $\pm$ 36,7        | -0,03           | 0,753  |         |
|                                     | CONT   | 320,4 $\pm$ 56,4        | 320,5 $\pm$ 62,5        | 0               | 0,779  |         |
| <b>DMO-PD<br/>(G/m<sup>2</sup>)</b> | NAT EV | 1,0 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | 0               | 0,600  | 0,065   |
|                                     | NAT    | 1,1 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | -1              | 0,345  |         |
|                                     | FUTS   | 1,2 $\pm$ 0,1           | 1,1 $\pm$ 0,0           | -1              | 0,753  |         |
|                                     | CONT   | 1,0 $\pm$ 0,1           | 1,0 $\pm$ 0,1           | 0               | 0,575  |         |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0, 05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 8 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis CMO-PE, DMO-PE, CMO-PD e DMO-PD. Relativamente à análise inter grupo, observaram-se diferenças significativas em todos os grupos na variável DMO-PE ( $p=0,036$ ). Também a avaliação intra grupos apresenta valores estatisticamente significativos após intervenção na variável DMO-PE. No grupo FUTS, observou-se uma melhoria significativa após intervenção na variável

DMO-PE de  $0,1 \text{ (g/m}^2\text{)} \pm 0,0$  ( $p= 0,028$ ) correspondendo a um *effect size* de 0,1, tabela de referência em anexo.

## 2. Efeitos de 24 semanas de treino na força isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho.

Os resultados serão apresentados de acordo com os objetivos específicos e segundo a ordem descrita no capítulo da metodologia.

**Quadro 9 - Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respetivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), do Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no (MD), na velocidade angular de 60°/s.**

|                       |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>size | <i>P</i> * | <i>P</i> ** |
|-----------------------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|-------------|
| PT<br>EXT_60D<br>(Nm) | Nat EV | 110,51 $\pm$ 30,78      | 127,66 $\pm$ 26,50      | 0,56           | 0,116      | 0,521       |
|                       | Nat    | 127,63 $\pm$ 26,44      | 140,37 $\pm$ 22,20      | 0,31           | 0,600      |             |
|                       | Futs   | 132,48 $\pm$ 20,12      | 136,18 $\pm$ 31,47      | 0,18           | 0,248      |             |
|                       | Cont   | 129,28 $\pm$ 24,09      | 122,31 $\pm$ 19,57      | -0,29          | 0,401      |             |
| PT<br>FLX_60D<br>(Nm) | Nat EV | 71,67 $\pm$ 40,04       | 64,70 $\pm$ 16,39       | -0,10          | 0,046*     | 0,487       |
|                       | Nat    | 64,28 $\pm$ 22,99       | 66,50 $\pm$ 11,60       | 0,09           | 0,917      |             |
|                       | Futs   | 71,05 $\pm$ 9,33        | 72,77 $\pm$ 10,22       | 0,18           | 0,917      |             |
|                       | Cont   | 62,21 $\pm$ 15,16       | 61,55 $\pm$ 11,01       | -0,03          | 0,779      |             |
| RACIO<br>60D<br>(%)   | Nat EV | 65,85 $\pm$ 29,06       | 50,68 $\pm$ 7,91        | -0,49          | 0,046*     | 0,343       |
|                       | Nat    | 50,36 $\pm$ 15,07       | 47,37 $\pm$ 3,37        | -0,20          | 0,345      |             |
|                       | Futs   | 53,63 $\pm$ 13,69       | 53,43 $\pm$ 7,62        | -0,01          | 0,917      |             |
|                       | Cont   | 48,12 $\pm$ 8,46        | 50,32 $\pm$ 10,76       | 0,26           | 0,123      |             |

\* $p<0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p<0, 05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

**PT EXT\_60D** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de extensão do joelho dominante á velocidade angular de 60°/seg.

**PT FLX\_60D** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de flexão do joelho dominante á velocidade angular de 60°/seg.

**Racio\_60D**- proporcionalidade da relação entre os valores de força de dois grupos musculares, agonistas e antagonistas (I/Q) á velocidade angular de 60°/seg.

No Quadro 9 - pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis de força do membro inferior dominante. Relativamente à análise inter grupo, não se observaram diferenças

significativas. Comparativamente, a avaliação intra grupos apresenta valores estatisticamente significativos após intervenção na variável PT FLX 60D e na variável RACIO 60D. No grupo NAT EV, observou-se uma diminuição significativa após intervenção na variável PT FLX 60D de  $-6,97N \pm 16,39$  ( $p=0,046$ ). O grupo NAT EV registou uma diminuição estatisticamente significativa após intervenção nos valores da variável RACIO 60D de  $-15,17 \% \pm 7,91$  ( $p=0,046$ ).

**Quadro 10 - Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respetivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), dos Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro dominante (MND), na velocidade angular de 60°/s.**

|                        |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>size | P     | P     |
|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------|-------|
| PT<br>EXT_60ND<br>(Nm) | Nat EV | 110,7 $\pm$ 14          | 115,9 $\pm$ 25,63       | 0,37           | 0,249 | 0,404 |
|                        | Nat    | 125,9 $\pm$ 9,7         | 134,05 $\pm$ 23,1       | 0,89           | 0,917 |       |
|                        | Futs   | 119,6 $\pm$ 25,7        | 133,08 $\pm$ 21,5       | 0,52           | 0,075 |       |
|                        | Cont   | 133,4 $\pm$ 31          | 115,64 $\pm$ 21,9       | -0,57          | 0,674 |       |
| PT<br>FLX_60ND<br>(Nm) | Nat EV | 64 $\pm$ 17,2           | 63,01 $\pm$ 12,89       | -0,06          | 0,917 | 0,426 |
|                        | Nat    | 74,2 $\pm$ 34,7         | 66,85 $\pm$ 14,11       | -0,21          | 0,249 |       |
|                        | Futs   | 66,3 $\pm$ 6            | 69,88 $\pm$ 6,45        | 0,60           | 0,173 |       |
|                        | Cont   | 62,1 $\pm$ 10,1         | 62,34 $\pm$ 11,90       | 0,02           | 0,779 |       |
| RACIO<br>60ND<br>(%)   | Nat EV | 57,81 $\pm$ 10,2        | 54,37 $\pm$ 8,55        | -0,34          | 0,917 | 0,550 |
|                        | Nat    | 58,94 $\pm$ 29,2        | 49,86 $\pm$ 4,43        | -0,31          | 0,753 |       |
|                        | Futs   | 55,43 $\pm$ 10,3        | 52,51 $\pm$ 8,94        | -0,28          | 0,249 |       |
|                        | Cont   | 46,55 $\pm$ 14,3        | 53,91 $\pm$ 5,88        | 0,51           | 0,161 |       |

\* $p<0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p<0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

**PT EXT\_60 ND** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de extensão do joelho não dominante á velocidade angular de 60°/seg.

**PT FLX\_60 ND** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de flexão do joelho não dominante á velocidade angular de 60°/seg.

**Racio\_60 ND**- proporcionalidade da relação entre os valores de força de dois grupos musculares, agonistas e antagonistas (I/Q) á velocidade angular de 60°/seg.

No Quadro 10 acima exposto, pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis de força do membro inferior não dominante. De acordo com os dados obtidos não foram encontradas diferenças

estatisticamente significativas nas avaliações pré intervenção e após intervenção.

**Quadro 11 - Resultados, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), do Peak - Torque (Nm), Rácios (%) realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro dominante (MD), na velocidade angular de 180°/s.**

|                        |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>size | <i>p</i> * | <i>p</i> ** |
|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------|------------|-------------|
| PT_EXT<br>180D<br>(Nm) | Nat EV | 75,05 $\pm$ 14,6        | 84,29 $\pm$ 14,12       | 0,63           | 0,028*     | 0,513       |
|                        | Nat    | 83,43 $\pm$ 14,03       | 95,33 $\pm$ 10,74       | 0,84           | 0,173      |             |
|                        | Futs   | 82,88 $\pm$ 9,51        | 88,38 $\pm$ 14,80       | 0,58           | 0,345      |             |
|                        | Cont   | 86,01 $\pm$ 14,78       | 86,86 $\pm$ 10,73       | 0,05           | 0,889      |             |
| PT_FLX<br>180D<br>(Nm) | Nat EV | 55,9 $\pm$ 21,64        | 47,16 $\pm$ 9,69        | -0,40          | 0,345      | 0,834       |
|                        | Nat    | 52,38 $\pm$ 24,25       | 48,32 $\pm$ 9,00        | -0,16          | 0,753      |             |
|                        | Futs   | 52,15 $\pm$ 3,76        | 54,32 $\pm$ 7,86        | 0,57           | 0,600      |             |
|                        | Cont   | 54,00 $\pm$ 24,31       | 48,99 $\pm$ 6,64        | -0,20          | 0,779      |             |
| RÁCIO<br>180D<br>(%)   | Nat EV | 74,48 $\pm$ 28,09       | 55,93 $\pm$ 10,44       | -0,66          | 0,600      | 0,085       |
|                        | Nat    | 62,7 $\pm$ 13,12        | 50,68 $\pm$ 6,90        | -0,92          | 0,600      |             |
|                        | Futs   | 62,92 $\pm$ 9,21        | 61,46 $\pm$ 7,01        | -0,16          | 0,600      |             |
|                        | Cont   | 62,78 $\pm$ 37,44       | 56,40 $\pm$ 3,35        | -0,17          | 0,327      |             |

\**p* <0.05 Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\**p* <0, 05 Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

**PT EXT\_180 D** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de extensão do joelho dominante á velocidade angular de 180°/seg.

**PT FLX\_180 D** - valor mais alto do momento de força ao longo da amplitude articular no movimento de flexão do joelho dominante á velocidade angular de 180°/seg.

**Racio\_180 D**- proporcionalidade da relação entre os valores de força de dois grupos musculares, agonistas e antagonistas (I/Q) á velocidade angular de 180°/seg.

No Quadro 11- pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis de força do membro inferior dominante. No que respeita à análise inter grupo, não se observaram diferenças significativas. Na avaliação intra grupo verificam-se valores estatisticamente significativos após intervenção na variável PT\_EXT 180D. No grupo NAT EV, observou-se um aumento significativo após intervenção nos valores da variável PT\_EXT 180 D de 9,24 N  $\pm$  14,12 (*p* = 0,028).

**Quadro 12 - Resultados, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), dos Peak - Torques (Nm), Rácios (%), realizado nos músculos flexores e extensores do joelho no membro não dominante (MND), na velocidade angular de 180°/s.**

|                 |        | Pré<br>(média $\pm$ DP) | Pós<br>(média $\pm$ DP) | Effect<br>size | P*     | P**   |
|-----------------|--------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|-------|
| PT_EXT<br>180ND | Nat EV | 70,35 $\pm$ 12,59       | 82,13 $\pm$ 15,77       | 0,93           | 0,075  | 0,580 |
|                 | Nat    | 81,31 $\pm$ 15,63       | 94,10 $\pm$ 17,97       | 0,81           | 0,249  |       |
|                 | Futs   | 78,62 $\pm$ 13,14       | 87,80 $\pm$ 15,30       | 0,70           | 0,028* |       |
|                 | Cont   | 77,65 $\pm$ 13,19       | 87,05 $\pm$ 10,74       | 0,71           | 0,012* |       |
| PT_FLX<br>180ND | Nat EV | 46,87 $\pm$ 9,82        | 43,06 $\pm$ 9,19        | -0,38          | 0,463  | 0,578 |
|                 | Nat    | 48,08 $\pm$ 7,61        | 50,13 $\pm$ 8,75        | 0,27           | 0,345  |       |
|                 | Futs   | 46,92 $\pm$ 3,69        | 49,83 $\pm$ 5,65        | 0,78           | 0,173  |       |
|                 | Cont   | 48,36 $\pm$ 9,03        | 48,24 $\pm$ 8,03        | -0,01          | 0,899  |       |
| RÁCIO<br>180ND  | Nat EV | 66,62 $\pm$ 21,15       | 52,42 $\pm$ 10,38       | -0,67          | 0,600  | 0,794 |
|                 | Nat    | 59,13 $\pm$ 10,60       | 53,27 $\pm$ 5,16        | -0,55          | 0,463  |       |
|                 | Futs   | 59,67 $\pm$ 11,19       | 56,75 $\pm$ 14,17       | -0,26          | 0,753  |       |
|                 | Cont   | 62,27 $\pm$ 7,90        | 55,41 $\pm$ 4,41        | -0,86          | 0,025* |       |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0, 05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 12 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis de força do membro inferior não dominante. Relativamente à análise inter grupo, não se observaram diferenças significativas. A avaliação intra grupo, apresenta valores estatisticamente significativos após intervenção na variável PT\_EXT 180 ND no grupo FUTS e no grupo de CONT. Verificaram-se também valores estatisticamente significativos na variável RACIO no grupo de CONT. No grupo FUTS verificou-se uma melhoria significativa após intervenção na variável PT EXT 180ND de 9,18 N  $\pm$  15,30 ( $p=0,028$ ). No grupo de CONT verificou-se uma melhoria significativa após intervenção na variável PT EXT 180ND de 9,4 N  $\pm$  10,74 ( $p=0,012$ ). O grupo de CONT registou valores significativamente negativos após a intervenção relativamente à pré intervenção na variável RACIO de - 7,3 %  $\pm$  4,41 ( $p=0,025$ ).

Apesar do volume extensivo de literatura sobre força isocinética, poucos estudos foram específicos a jovens atletas ou não atletas - e ainda menos

tiveram meios para realizar comparações da força muscular entre os dois sexos. Comparar os dados existentes é difícil porque os procedimentos dos estudos variaram nas velocidades de teste, na normalização para a massa corporal e em ajustes para a influência da gravidade (Buchanan & Vardaxis, 2003).

**Quadro 13 – Comparação do PT nos membros inferiores dominante (MID) e não dominante (MIND) à velocidade angular de 60°/s em diferentes modalidades desportivas praticadas por atletas do sexo feminino.**

| Estudos             | n  | Modalidade  | PT_Ext D    | PT_Flx D  | PT_Ext ND  | PT_Flx ND  |
|---------------------|----|-------------|-------------|-----------|------------|------------|
| Moacir et al (2010) | 21 | Futebol Fem | 181,4±24,6  | 102±13,9  | 185,1±33,8 | 100,8±15,5 |
| Samuel et al (2008) | 21 | Basquetebol | 153,1±20,5  | 85±13,5   | 147,7±21,8 | 84,2±13,9  |
| Samuel et al (2008) | 17 | Sedentárias | 123,4±15,6  | 67,4±7,2  | 120±17,6   | 65,8±7,4   |
| Presente estudo     | 6  | NAT EV      | 110,5±30,8  | 71,6±16,2 | 110,7±14,1 | 64±17,2    |
| “                   | 6  | NAT         | 130,16±13,8 | 64,2±11,6 | 125,9±9,7  | 74,2±34,7  |
| “                   | 6  | FUTS        | 132,5±25,2  | 71,5±10,2 | 119,6±25,7 | 66,3±6     |
| “                   | 8  | CONT        | 129,3±13,6  | 62,2±11   | 133,4±21,9 | 62,1±10,1  |

No Quadro 13 constata-se que os resultados de PT nos MID e MIND obtidos neste estudo ficam aquém dos dados registados em outras modalidades desportivas por Moacir et al (2010) e Samuel et al (2008).

### 3. Efeitos de 24 semanas de treino na potência muscular dos membros inferiores.

**Quadro 14 – Resultados da amostra, pré e pós intervenção, através das médias e respectivos desvios padrão (média  $\pm$  DP), no salto vertical Squat Jump (SJ) e Counter Movement Jump referente à altura de salto (AL) e tempo de voo (TV).**

|                              |        | Pré (média $\pm$ DP) | Pós (média $\pm$ DP) | Effect Sizes | P*     | P**   |
|------------------------------|--------|----------------------|----------------------|--------------|--------|-------|
| <b>SJ AL</b><br><b>(cm)</b>  | NAT EV | 0,25 $\pm$ 0,05      | 0,29 $\pm$ 0,07      | 0,8          | 0,028* | 0,367 |
|                              | NAT    | 0,27 $\pm$ 0,05      | 0,25 $\pm$ 0,03      | -0,4         | 0,116  |       |
|                              | FUTS   | 0,27 $\pm$ 0,05      | 0,28 $\pm$ 0,04      | 0,2          | 0,753  |       |
|                              | CONT   | 0,23 $\pm$ 0,05      | 0,24 $\pm$ 0,05      | 0,2          | 0,207  |       |
| <b>SJ TV</b><br><b>(ms)</b>  | NAT EV | 0,47 $\pm$ 0,06      | 0,49 $\pm$ 0,06      | 0,33         | 0,753  | 0,419 |
|                              | NAT    | 0,47 $\pm$ 0,04      | 0,45 $\pm$ 0,03      | -0,5         | 0,136  |       |
|                              | FUTS   | 0,46 $\pm$ 0,04      | 0,48 $\pm$ 0,04      | 0,5          | 0,500  |       |
|                              | CONT   | 0,43 $\pm$ 0,05      | 0,44 $\pm$ 0,04      | 0,2          | 0,779  |       |
| <b>CMJ AL</b><br><b>(cm)</b> | NAT EV | 0,28 $\pm$ 0,05      | 0,28 $\pm$ 0,06      | -0,2         | 0,345  | 0,735 |
|                              | NAT    | 0,29 $\pm$ 0,02      | 0,27 $\pm$ 0,04      | -1           | 0,249  |       |
|                              | FUTS   | 0,32 $\pm$ 0,06      | 0,28 $\pm$ 0,03      | -0,66        | 0,046* |       |
|                              | CONT   | 0,25 $\pm$ 0,05      | 0,25 $\pm$ 0,05      | 0            | 0,944  |       |
| <b>CMJ TV</b><br><b>(ms)</b> | NAT EV | 0,47 $\pm$ 0,04      | 0,47 $\pm$ 0,03      | 0            | 0,500  | 0,597 |
|                              | NAT    | 0,49 $\pm$ 0,02      | 0,47 $\pm$ 0,03      | -1           | 0,116  |       |
|                              | FUTS   | 0,49 $\pm$ 0,01      | 0,48 $\pm$ 0,02      | -1           | 0,173  |       |
|                              | CONT   | 0,45 $\pm$ 0,04      | 0,45 $\pm$ 0,05      | 0            | 1,000  |       |

\* $p < 0.05$  Teste wilcoxon, comparação intra-grupo, \*\* $p < 0,05$  Teste Kruskal Wallis, comparação inter-grupo. Effect size, (magnitude do efeito).

No Quadro 14 pode observar-se os resultados das análises comparativas intra e inter grupo nas variáveis do salto vertical SJ e CMJ. Segundo a análise inter grupo, não se observaram diferenças estatisticamente significativas. Relativamente à avaliação intra grupos verificam-se valores estatisticamente significativos após intervenção na variável SJ AL e na variável CMJ AL. No grupo de Natação e EV, constatou-se uma melhoria estatisticamente significativa após intervenção na variável SJ AL de 0,04 cm  $\pm$  0,07 ( $p = 0,028$ ). No grupo Futsal observou-se uma diminuição estatisticamente significativa nos valores após intervenção em relação aos valores da pré intervenção na variável CMJ AL de -4 cm  $\pm$  0,03 ( $p=0,046$ ).

## CAPITULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 1. Efeitos de um período de treino de 24 semanas na composição corporal.

Na análise comparativa dos valores registados ao primeiro e segundo momento de avaliação às variáveis Massa, Altura e IMC encontrou nos grupos de NAT e CONT na variável Massa (kg), um aumento significativo na ordem dos  $3 \text{ kg} \pm 7,3$  e  $2,4 \pm 9,6$  respetivamente.

O grupo de CONT também registou valores estatisticamente significativos na variável IMC, no entanto e apesar do aumento de  $1 \text{ kg/m}^2 \pm 3,4$  os valores médios mantêm-se no intervalo considerado de normal, segundo a tabela de referência (OMS), em anexo.

O grupo de NAT EV apesar de não atingir valores estatisticamente significativos na variável IMC sofreu um acréscimo de  $1,2 \text{ kg/m}^2 \pm 1,8$  este aumento corresponde a um effect sizes de 0,70, considerado de magnitude moderada de acordo com a tabela de referência para o efeito em anexo.

A observação dos registos nas variáveis em estudo não nos permite afirmar qual ou quais tiveram mais influência no aumento dos valores de Massa (kg), o que remete para as opiniões de Gallahue et al. (2001), o peso é um indicador deficiente da composição corporal, pois não reflete a distribuição da composição corporal de um indivíduo com exatidão, porque é a soma das massas musculares, esqueléticas, orgânicas e adiposas. Os mesmos autores advertem para o facto de que o aumento do peso nos rapazes se deve essencialmente ao crescimento em altura e acréscimo da massa muscular, enquanto nas raparigas o ganho de peso deve-se muito ao aumento da massa adiposa e da altura, em menor grau ao aumento da massa muscular. A maturação esquelética e o crescimento dos órgãos contribuem para os ganhos de peso na adolescência nos dois sexos.

Relativamente à DMO foi no grupo de FUTS que se verificaram melhorias significativas inter e intra grupo, cuja significância foi  $p=0.036$  na análise inter grupo e  $p=0,028$  na análise intra grupo, correspondendo a um aumento de  $0,1 \text{ (g/m}^2\text{)} \pm 0,0$  correspondendo a um *effect size* de 0,1, considerado fraco segundo a tabela de referência.

Também no grupo de Natação e EV na variável DMO-TC obteve um aumento estatisticamente significativo de  $0,1\text{g/m}^2 \pm 0,1$  e apresenta um valor de *effect sizes* de 1, considerado o limite máximo da magnitude moderada. A melhoria nos índices de DMO-TC, parece estar associada à combinação do treino de natação, (que na sua dinâmica diária promove a contração constante dos grandes grupos musculares) ao treino vibratório. Esta observação encontra eco na afirmação de Schoenau et al. (2006), ao descrever que a contração do músculo coloca a maior carga fisiológica no osso. Consequentemente, deve ser adaptada a estabilidade do osso com a força do músculo, existindo atualmente uma tendência para recorrer à avaliação da massa magra, acreditando-se que esta pode ser a principal determinante na influência protetora de aumentos corporais e manutenção da massa óssea.

De acordo com Frost & Schoenau, (2000) alguns dos problemas ósseos podem, em parte, ter origem no desuso da função muscular, sugerindo a importância do aumento do fortalecimento muscular com vista a maximizar a mineralização óssea.

O treino em plataforma vibratória de baixa intensidade pode influenciar a formação e reparação das estruturas ósseas, provou ser mais eficaz no incremento de DMO do que caminhar (Gusi et al. 2006; Esther et al., 2014).

Já Delecluse et al.,(2003); Cormie et al.,(2006) após revisão da literatura verificaram que os efeitos descritos nesses estudos (VCI) incluem: aumento da força muscular e tonificação, redução da celulite e aumento da densidade óssea.

## **2. Caraterização do perfil da força isocinética nos músculos flexores e extensores dos Joelhos e respetivos rácios no momento pré intervenção.**

Segundo Lehance, Binet, Bury e Croisier (2009) três elementos parecem ser particularmente interessantes no acompanhamento da força muscular: garantir a ausência de assimetrias musculares entre os membros dominante e não dominante; garantir um bom equilíbrio entre os músculos flexores e extensores do joelho; confirmar se o atleta se encontra dentro dos padrões normais para o seu nível desportivo.

Na interpretação dos dados obtidos através dos testes isocinéticos, o PT revela-se um dado muito importante pois a força muscular é uma componente fundamental do desempenho desportivo, neste estudo ao analisar os dados obtidos na avaliação pré intervenção constatámos que a capacidade de produção de força dos músculos extensores do joelho, é superior à força produzida pelos músculos flexores em todos os grupos, apesar dos protocolos serem diferentes o que pode ser explicado pelo facto de o quadríceps ser um músculo que regista valores mais elevados de PT, tal facto prende-se com a natureza anatómica do próprio músculo e com as suas características fisiológicas, sem nunca descuidar a natureza e exigência específica do dia-a-dia do indivíduo (Guyton, 1988; Espregueira-Mendes & Pessoa, 2006).

Esta diferença de capacidade de produção de força pode ser um indicador de desequilíbrio muscular, a proporcionalidade pode ser avaliada através dos valores de rácios FLX/EXT. Brown, (2000); Croisier, (2004); Dvir, (2004), propõem o intervalo entre 50% - 60% para o rácio FLX/EXT em velocidades angulares de 60°/s e 70% - 80% para velocidades angulares de 180°/s, como aqueles que traduzem teoricamente um equilíbrio muscular adequado entre a capacidade de produzir força dos músculos FLX e EXT dos joelhos.

Relativamente à comparação entre membros D e ND, verificou-se na avaliação pré intervenção no movimento de FLX à velocidade de 60°/s uma diferença média de aproximadamente 9%. Do ponto de vista clínico os dados obtidos na

referida variável, não representam um dado relevante pois a diferença entre o membro dominante e não dominante, não excede os 10-15%, propostos por (Aagaard et al., 1998; Calmels & Minaire, 1995; Kanus, 1994). No entanto, esta diferença deve ser compreendida do ponto de vista técnico e as suas implicações associadas, uma diferença superior à encontrada pode ser um indicador de alteração da estabilidade do joelho segundo os referidos autores.

### **3. Efeitos de um período de treino de 24 semanas no perfil da força nos músculos flexores e extensores dos joelhos e respetivos rácios.**

Neste estudo comparam-se os efeitos dos diferentes protocolos através dos dados registados na avaliação pré e após intervenção, observou-se que o grupo de NAT EV na avaliação após intervenção e na análise intra-grupo, registou valores estatisticamente significativos na variável PT FLX 60D ( $p=0,046$ ), correspondendo a um decréscimo de  $6,97\text{Nm} \pm 16,39$ , o mesmo grupo na variável RÁCIO alcançou valores de significância estatística, refletindo-se estes numa diminuição do RÁCIO de  $-15,17\% \pm 7,91$ , ( $p=0,046$ ), ficando este no intervalo considerado de equilíbrio muscular.

O aumento de  $17,15\text{Nm} \pm 26,50$  verificado nos valores de PT EXT 60D no pós intervenção, cujo *effect sizes* foi de 0,56, o que corresponde a uma magnitude moderada (tabela referência em anexo), associado á diminuição ( $-6,97\text{Nm} \pm 16,39$ ) nos valores alcançados no pós intervenção na variável PT FLX 60D, permitiu melhorar o equilíbrio muscular colocando os valores de Rácio ( $50,68 \pm 7,91$ ) no intervalo (50%-60%) considerado, do ponto de vista clinico, de equilíbrio muscular saudável, (Brown, 2000; Croisier, 2004; Dvir, 2004).

Nas variáveis PT EXT 180D, destacam-se os resultados alcançados pelo grupo de NAT EV, que resultaram numa melhoria estatisticamente significativa ( $p=0,028$ ) refletindo um aumento na força de  $9,24 \text{ Nm} \pm 14,12$ . Os dados obtidos no presente estudo pelo grupo de NAT EV relativamente ao aumento dos valores do PT EXT 60D, PT EXT 180D, estão em consonância com os resultados registados por Roelante, Delecluse e Verschueren, (2004) Fagnani

et al, (2006), Rauch, F. (2009), Di Geminianiet et al, (2010), que concluíram nos seus estudos como efeito crónico do exercício vibratório, entre outros o aumento na força de extensão dos joelhos.

A força muscular e a velocidade são importantes características fisiológicas para atletas de futebol (Reilly et al., 2000). A potência muscular é vista como uma importante variável para testes físicos e treinos, especialmente para desportos que envolvem velocidade e saltos, (Peterson, et al.,2006).

O grupo de FUTS atingiu valores estatisticamente significativos na variável PT EXT 180 ND, obtendo um aumento de  $9,18 \text{ Nm} \pm 15,30$ , no entanto nas variáveis PT FLX 180ND, PT EXT 180D, PT FLX 180D, PT EXT 60ND e PT FLX 60ND, apesar de não ter alcançado resultados de significância estatística, apresentou valores de *effect sizes* considerados de magnitude moderada. As melhorias verificadas podem dever-se ao facto de esta ser uma modalidade de alto impacto, onde ocorrem ações de alta intensidade, curtas distâncias, sendo a solicitação muscular muito intensa.

No grupo de CONT verificaram-se diferenças estatisticamente significativas nas variáveis PT EXT 180 ND, refletindo um aumento de  $9,4\text{Nm} \pm 10,74$ , na variável RÀCIO observou-se uma diminuição de  $6,86\% \pm 4,41$ , de referir que os valores do RÀCIO (55,41%) observados no após intervenção indiciam a existência de desequilíbrio muscular, ficando muito aquém do intervalo (70%-80%) considerado de clinicamente saudável, (Brown, 2000; Croisier,2004; Dvir,2004). A melhoria verificada pelo grupo de CONT na variável PT EXT 180ND pode ser resultado de novas dinâmicas aplicadas nas aulas de educação física.

Ao observar-se os registos do efeito do treino na variável RÀCIO a 60°/s, após as 24 semanas, pode-se concluir que, à exceção do grupo de NAT, os restantes grupos mostraram valores de RÀCIO situados entre os 50% e 60%, valores estes considerados ideais da relação I/Q, referenciado como indicador de uma boa qualidade dinâmica articular do joelho (Aagaard et al., 1998; Kellis & Baltzopoulos, 1995).

#### **4. Comparação dos valores de rácios entre membro dominante e não dominante.**

Relativamente à comparação de Rácios entre MD e MND, nas velocidades angulares de 60°/s e 180°/s, constata-se que estes se encontram abaixo dos 10%, o que do ponto de vista clínico não apresenta risco de lesão pois não excedem os 10 a 15%, preconizados por (Aagaard et al., 1998; Calmels & Minaire, 1995; Kanus, 1994). Uma diferença superior à encontrada poderá ser um indicador de alteração da estabilidade do joelho segundo os referidos autores.

No entanto, os valores obtidos no rácio I/Q, cumprem a tendência verificada em outras modalidades, quando a velocidade angular aumenta o rácio I/Q aumenta também, a sua avaliação constitui por isso, um dos parâmetros fundamentais a nível da qualificação da performance atlética humana, essencial tanto no campo avaliativo como terapêutico (Sandoval et al., 2004; Morrissey, Hooper, Drehsler & Hill, 2004).

#### **5. Efeitos de 24 semanas de treino na potência muscular.**

Poucos são os estudos que comparam o treino sobre a plataforma vibratória associado ao treino realizado de maneira convencional ou como complemento para o mesmo visando o aumento da força explosiva. Ao analisar os dados obtidos constata-se de que houve melhorias estatisticamente significativas para o grupo de NAT EV na variável SJ AL de  $4\text{ cm} \pm 0,07$ , a magnitude do efeito foi de 0,8, considerado de trivial de acordo com a tabela para o efeito em anexo.

O grupo de FUTS na variável CMJ AL sofreu um decréscimo estatisticamente significativo de  $4\text{cm} \pm 0,03$ , a magnitude do efeito foi de -0,66 considerada de moderada segundo a tabela para o efeito em anexo, a maioria dos estudos sobre os efeitos do exercício vibratório de corpo inteiro na potência muscular no MI faz referência ao salto vertical CMJ, uma vez que é nesta variante do salto vertical que se têm verificado alguns resultados significativos,

contrariando o resultado obtido neste estudo pelo grupo de Natação EV no salto SJ, será por isso importante identificar os fatores que influenciaram este resultado, a maioria dos estudos focam-se nos efeitos agudos promovidos pela aplicação do exercício vibratório, em muitos estudos não fica claro o protocolo utilizado.

Cormie et al. (2006) verificaram um aumento significativo na altura de salto CMJ imediatamente após a aplicação da vibração em indivíduos na posição de meio agachamento, contrariando os resultados obtidos por Torvinen et al. (2002), após aplicação de treino vibratório com frequências que variavam entre 25 e 40 Hz, não encontraram aumento significativo de desempenho no salto com CMJ, também Cochrane et al. (2004) investigaram os efeitos agudos da vibração de corpo inteiro (VCI) e não foram encontradas diferenças significativas no CMJ e no salto agachado (SA) quando os grupos VCI e controle foram comparados.

Raimundo et al. (2009) não encontraram alterações significativas após 8 meses de treino com VCI na força dinâmico do membro inferior, mais tarde Weslei et al. (2011) concluíram no seu estudo que o treino de vibração de corpo inteiro (VCI) praticado a longo prazo produz efeitos positivos na capacidade muscular nos membros inferiores, reforçando o seu uso como forma complementar á rotina de treino, visando a um maior desempenho do salto vertical, esta conclusão vê-se reforçada mais tarde, Tillaar (2012) analisou o efeito de um estudo de 6 meses de treino de vibração em todo o corpo na força em mulheres na pós-menopausa, no qual utilizou dois tipos de vibrações (recíprocas e horizontais) e concluiu que ambos os tipos de vibrações podem ajudar as mulheres na menopausa no aumento da força dos membros inferiores.

## **6. Controlo da atividade física e intensidades realizada durante o estudo**

O controlo da atividade física e respetivas intensidades não foi realizado, tendo ficado ao critério dos respetivos treinadores e professores de educação física a aplicação das mesmas, de acordo com o planeamento idealizado para a época desportiva ou ano letivo.

## **7. Limitações do estudo.**

No decorrer desta investigação, durante a aplicação dos protocolos de avaliação e posterior análise e discussão dos resultados, este estudo deparou-se com algumas limitações, nomeadamente:

- 1) Tendo em conta que a amostra foi por conveniência e atendendo a ser constituída por um pequeno número de atletas do sexo feminino, os resultados não podem ser generalizados, apenas devem ser utilizados para uma população com as mesmas características.
- 2) Poderemos considerar como limitação o facto dos indivíduos avaliados não estarem familiarizados com o teste isocinético, podendo condicionar os resultados. No entanto, tentou-se minimizar essa questão permitindo a todos experimentar o teste antes da avaliação inicial.
- 3) A falta de controlo da atividade física dos participantes e das intensidades aplicadas nos respetivos treinos ao longo do período de duração do estudo deve também ser considerada uma limitação, uma vez que o controlo do treino nas suas diversas vertentes pode ajudar a compreender melhor os resultados obtidos nas avaliações.

## **CAPITULO VI – CONCLUSÕES**

As principais conclusões a que se chega com a realização deste estudo são as seguintes:

- 1 – O programa de exercícios seguido pelo grupo de FUTS promoveu alterações inter grupo na composição corporal, nomeadamente na DMO-PE e intra grupo no PT EXT 180ND.
- 2 – O programa de exercícios vibratórios seguido pelo grupo de NAT EV promoveu melhorias significativas na composição corporal nomeadamente no DMO-TC.

## **CAPITULO VII – PERSPETIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA**

### **1. Perspetivas de investigação futura**

Numa perspetiva de investigação futura será importante alargar a amostra, promover programas distintos de exercício vibratório dinâmico e estático para tentar perceber quais os efeitos e a sua dimensão na potência muscular e densidade mineral óssea.

Seria interessante realizar nova avaliação á amostra que compôs o grupo de NAT EV no presente estudo a fim de verificar se os efeitos obtidos se mantêm.

## BIBLIOGRAFIA

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, P. S., Larsson, B. & Oyhre-Toulsen, P. (1998). *A new concept for isokinetic hamstring: Quadriceps muscle strength ratio*. American Journal of Sports and Medicine, 26(2), 231-237.
- Aguilar, F., Martinez-Vizcaíno, V., Lopez, M., Martínez, M., Martínez, S., Lopez-Garcia, E. (2010). *Impact of an After-School Physical Activity Program on Obesity in Children*. Journal of Pediatrics, 157(1), 36-42.
- Amatuzzi, M. M., Terreri, A. S., & Greve, J. M. (2001). *Avaliação isocinética no joelho do atleta*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, S. Paulo, 7 (2), 62-66.
- American College of Sports Medicine (ACSM), (1988). *Opinion statement on physical activity on children and youth*. Medicine and Science in Sport and Exercise, 20, 422-423.
- American College of Sports Medicine, & American Heart Association (2007). ACSM, AHA Support Federal Physical Activity Guidelines, 39(8), 1423-34.
- American College of Sports Medicine (2000). *Guidelines for exercise testing and prescription*, 6th Edition, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Américo, S. P. F., Souza, V. V., Guimarães, C. Q., Rolla, A. F. L. (2011). *Use of 1- RM Test in the Measurement of Knee Flexors and Extensors Ratio in Young Adults*. Revista Brasileira de Medicina e Esporte, 17(2), 111-114
- Anderson, J. J. (2000). *The important role of physical activity in skeletal development: how exercise may counter low calcium intake*. American Journal of Clinical Nutrition. Jun;71(6), 1384-6.
- Aquino, C. F, Vaz, D. V., Bricio, R. S., Silva, P.L.P., Ocarino, J.M., & Fonseca, S.T. (2007). *A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do*

- Esporte e Reabilitação*. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 15(1), 93-100.
- Araya R. A. (2000). *Patologia del Hombro del Nadador*. Faculdade Ciências da Actividade, Centro Universitário Brasília, 7(35), 13-19.
- Arruda, C.A.Q., Sandoval, R.A. (2011). *Prevalência das algias e perfil de atletas de voleibol feminino da cidade de Goiânia*, GO. Educación Física y Deportes. (160).
- Astrand, P.O. (1987). *Exercise physiology and its role in disease prevention and in rehabilitation*. Archives of Physical Medicine & Rehabilitation, 68, (5 Pt 1), 305-309.
- Astrand, P.O. (1992). *Why exercise?* Medicine and Science in Sport and Exercise, 24(2), 153-162.
- Bacurau R.F.P., Monteiro G. A., Ugrinowitsch C., Tricoli V., Cabral L.F., Aoki MS. (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. Journal of Strength & Conditioning Research, 23(1), 304-8.
- Badillo, J.J.G., Ayestaran, G. E. (2001). *Fundamentos do treinamento de força, aplicação ao alto rendimento*. Porto Alegre, Artmed. 2, 284.
- Baechle T.R, Earle R.W. (2010). *Fundamentos do Treinamento de Força e do Condicionamento*. (3ª ed.). Barueri.
- Barbanti, V.J. (1997). *Teoria e Prática do Treinamento Esportivo*. São Paulo. Edgar Blücher, 21.
- Barbanti, Valdir José, (2001). *Treinamento Físico - bases científicas*. (3.ed. )São Paulo. CLR Balieiro, 1, 116.
- Behm D.G., Kibele A. (2007). *Effects of differing intensities of static stretching on jump performance*. European Journal of Applied Physiology, 101:587-94.

- Berne R.M., Levy M.N., Koeppen B.M., Stanton B.A. (2004). *Fisiologia*. (5) Mosby- Elsevier Editora Lda.
- Beunen G. & Thomis M. (2000). *Muscular Strength Development in Children and Adolescents*. Paediatric Exercise Science, 12, 174-197.
- Bittencourt N. Amaral G., Saldanha dos Anjos M., D'Alessandro R., Silva A. & Fonseca S. (2005). *Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infantil e juvenil de voleibol masculino*. Revista Brasileira Medicina do Esporte, 11 (6), 331-336.
- Biodex System 3 Pro Manual: Applications/operations (1995).
- Blair, S.N. McCloy C.H. (1993). *Physical activity, physical fitness, and health*. Research Quarterly for Exercise and Sport, 64 (4), 365-376.
- Bleicher K, Cumming R.G., Naganathan V, Seibel M.J., Sambrook PN, Blyth FM, et al. (2011). *Lifestyle factors, medications, and disease influence bone mineral density in older men: findings from the CHAMP study*. Osteoporosis International Springer, 22(9), 2421-37.
- Boonyarom O., Inui K. (2006). *Atrophy and hypertrophy of skeletal muscles: structural and functional aspects*. Acta Physiologica, 188, 77-89.
- Botelho, P. (1996). *Coordenação motora, Aptidão Física e variáveis do envolvimento. Estudo em crianças do 1º Ciclo do Ensino de duas Freguesias do Concelho de Matosinhos*. Dissertação apresentada às provas de Doutoramento no ramo de Ciências do Desporto, especialidade de pedagogia do Desporto. FCDEF-Universidade do Porto.
- Bosco, C. (1991). *Aspectos fisiológicos de la preparacion física del futbolista*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, V. P., (1983). *A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping*. European Journal Applied Physiology, 50, 273-282.

- Bosco, C. (1994) *La Valuración de la fuerza com el test de Bosco*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Bouchard, C. & Shephard, R.J. (1994). *Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts*. In C. Bouchard, R.J. Shephard, & T Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health*. Champaign, IL, Human Kinetics Publishers. 77-88.
- Brodt, V., Wagner, D. R., & Heath, E. M. (2008). *Countermovement vertical jump with drop step is higher than without in collegiate football players*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1382-1385.
- Brown, L., Weir, J. (2001). *ASEP procedurs recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power*. *Journal of Exercise Physiology*, 4(3), 1-21
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.P. e Baldwin, K.M. (1999). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications* (3<sup>rd</sup> Ed.). California: Mayfield Publishing Company.
- Buchanan, PA; Vardaxis, VG. (2003). *Sex-related and Age-related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11-17 Years*. *Journal of Athletics Training*, 38(3), 231-237.
- Burke, L. (1994). *Sports amenorrhea, osteopenia, stress fractures and calcium*. *Clin Sports Nutr*, 1, 200-226.
- Cardinale M, Bosco C. (2003). *The use of vibration as an exercise intervention*. *Exercise of Sport Sciences Reviews*, 31(1), 3-7.
- Carol, A., Clark, R., Peterson, S., Nemeth, B., Sullivan, J., Allen, D. (2005). *Improvement of Fitness, Body Composition, and Insulin Sensitivity in Overweight Children in a School-Based Exercise Program*. A randomized, controlled study. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*; 159, 963-8.

- Caspersen, C.J., Powell, K.E. & Christensen, G.M. (1985). *Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research*. Public Health Report, 100 (2), 126-131.
- Calmels P. & Minaire, P. (1995). *A Review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation*. Disability and Rehabilitation, 17 (6), 265-276.
- Capel T. L., Vaisberg M., Araujo M. P., Paiva R. F. L., Santos J. M. B., Di Bella Z. I. K. J., (2014). *Influence of body mass index, body fat percentage and age at menarche on aerobic capacity (VO2 max) of elementary school female students*. Revista Brasileira Ginecologia Obstetrícia, 36 (2) 84-9.
- Carregaro, R., Cunha, R., Cardoso, J., Pinto, R., Bottaro, M. (2011). *Effects of different methods of antagonist muscles pre-activation on knee extensors neuromuscular responses*. Revista Brasileira de Fisioterapia, São Carlos, 15(6), 452-9.
- Chaves, L., Gomes, L., Oliveira, R., & Marques, M. (2005). *Relação entre variáveis da composição corporal e densidade mineral óssea em mulheres idosas*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 11(6), 352-356.
- Chen, Z., Lohman, T. G., Stini, W. A., Ritenbaugh, C., & Aickin, M. (1997). *Fator lean tissue mass: which one is the major determinant of bone mineral mass in healthy postmenopausal women?* Journal of Bone and Mineral Research, 12(1), 144-151.
- Cochrane (2011). *Vibration Exercise: The Potential Benefits*. Journal Sports Medicine, 32, 75-99.
- Cochrane, D. & Stannard, S. (2005). *Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players*. British Journal of Sports Medicine, 39, 860–865.
- Cochrane, D. J., Legg, S.J., Hopoker, M.J. (2004). *The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility*

- performance*. Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, 18 (4), 828-832.
- Codine, P. P. L., Bernard M., Pocholle and C. Herisson (2005). *Isokinetic strength measurement and training of the shoulder: methodology and results*. Annales de réadaptation et de médecine physique. 48 (2), 80-92.
- Cometti, G. (1997). *Facteurs de la performance: la pliometrie*. Revue EPS. 47 (264): 39-43.
- Corbin, C.B. & Lindsey, R. (1994). *Concepts of Fitness and Wellness with Laboratories*. Madison, Brown & Benchmark Publishers.
- Cormie, P., Deane, R., Triplett, N. T., McBride, J.M. (2006) *Acute effects of whole body vibration on neuromuscular function and muscle strength and power*. Journal of Strength and Conditioning Research, Lincoln, 20 57-261.
- Costa, D. (1997). *A influência da Actividade Física nos níveis de saúde, condição física e hábitos de saúde*. Horizonte, XIII, 77 (Dossier), 1-8.
- Couto, B. P. (2012). *Chronic Effects of Different Frequencies of Local Vibrations*. International Journal of Sports Medicine, 33, 123–129.
- Croisier, J. L. (2004). *Factors associated with recurrent hamstring injuries*. Sports Medicine, 34(10), 681-695.
- Cruz, J.A. (1983). *Prevenção versus tratamento da obesidade*. Revista do Centro de Estudos de Nutrição, 7(1), 95-120.
- Cui, L. H., Shin, M. H., Kweon, S. S., Park, K. S., Lee, Y. H., Chung, E. K., et al. (2007). *Relative contribution of body composition to bone mineral density at different sites in men and women of South Korea*. Journal of Bone and Mineral Metabolism, 25, 165-171.
- D'Alessandro, Rogério L., Silveira, Eduardo A. P., Anjos, Marco T. S. dos, Silva, Anderson A. da, Fonseca, Sérgio T. da. (2005). *Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto*

- horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol. Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(5), 271-275.
- Delecluse, C., Roelants, M. & Verschueren, S., (2003). *Strength Increase after Whole-Body Vibration Compared with Resistance Training*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 35(6), 1033–1041.
- Delgado, C., Filho, J., Barbosa, F. P., e Oliveira, H. B., (2004). *Utilização do esfigmomanómetro na avaliação da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em militares. Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(5), 362-366.
- Rose, D., Tadiello, G., Junior, D. (2006). *Lesões esportivas: um estudo com atletas do basquetebol brasileiro*. EFDeportesI, Buenos Aires,10(94).
- Di Giminiani, R., Manno, R., Scrimaglio, R., Sementilli, G., Tihanyi, J., (2010). *Effects of individualized whole-body vibration on muscle flexibility and mechanical power*. *Journal of Sports and Medicine and Physical Fitness*. 50, 139-151.
- Dvir, Z. (2004). *Isokinetics: muscle testing, interpretation, and clinical applications*, Churchill Livingstone Tel-Aviv. 2 (2).
- Dvir Z. (2002). *Isocinética: Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Manole.101-28.
- Dvir, Z. (1995). *Isokinetics-Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications*. Churchill Livingstone.
- Douchi, T., Kuwahata, R., Matsuo, T., Uto, H., Oki, T., & Nagata, Y. (2003). *Relative contribution of lean and fat mass component to bone mineral density in males*. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 21, 17-21.
- Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P. L., Hérisson, C., & Gremeaux, V. (2013). *Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer*. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 16(2), 162–5.

- Edouard, P., Calmels, P. & Degache, F. (2009). *The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength*. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(1), 35-39.
- Ellenbecker T. S. & Roetert E. P. (2003). *Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players*. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(1), 63-70.
- Ellenbecker, T. S. e Davies, G. J., (2000). *The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex*. *Journal of athletic training*, 35 (3), 338.
- Espregueira-Mendes J. & Pessoa P. (2006). *O joelho*. Editora Lidel Lisboa-Portugal.
- Esther U. G., Alba G. C., Javier S. S., Jorge G.U. & Leonor G. (2015). *Influence of different sports on bone mass in growing girls*. *Journal of Sports Sciences*, 33, 1710-1718.
- Evetovich T. K., Nauman N. J., Conley D. S., Todd J. B. (2003). *Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 484-8.
- Fagnani, F., Giombini, A., Di Cesare, A., Pigozzi F., Di Salvo V. (2006). *The effects of a whole-body vibration program on muscle performance and flexibility in female athletes*. *American Journal of Physical and Medicine Rehabilitation*, 85 (12), 956-62.
- Fernandes, K., R. (2010). *Efeitos dos recursos eletrofísicos na osteoporose: uma revisão da literatura*. *Fisioterapia em Movimento*, 23(2), 271-81.
- Ferreira, F. A. (1994). *Nutrição Humana*. Lisboa, (2). Fundação Caloust Gulbenkian.
- Fitts, R. H., Metzger J.M., Riley D.A., Unsworth B.R. (1986). *Models of disuse: a comparison of hindlimb suspension and immobilization*. *Journal of Applied Physiology*, 60: 1946-1953.

- Fragoso, M.I. (1992). *Normas Antropométricas da População Infantil de Lisboa*. (2), Lisboa.
- Frost, H. M., & Schoenau, E. (2000). *The "muscle-bone unit" in children and adolescents*. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 13, 571-590.
- Gallahue, D.L. & Ozmun, J.C. (2001). *Compreendendo o Desenvolvimento Motor-bebês, crianças, adolescentes e adultos*. São Paulo, Brasil, Editora Phorte.
- Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Karatrantou, K., Vasilopoulou, T., Chanou, K., Pispirikou, E. (2009) *the acute effects of difrent whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance*. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 13, 438-443.
- Gilsanz, V., Mora, S. (2003) *Establishment of peak bone mass*. *Endocrinology Metabolism Clinics of North America*, 32(1), 39-63
- Ginty, F., Rennie, K. L., Mills, L., Stear, S., Jones, S., & Prentice, A. (2005). *Positive, site-specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high-impact activities in 16-to 18-year-old boys*. *Bone – Science Direct*, 36(1), 101-110.
- Gjesdal, C. G., Halse, J. I., Eide, G. E., Brun, J. G., & Tell, G. S. (2008). *Impact of lean mass and fat mass on bone mineral density*. *The Hordaland Health Study*. *Maturitas*, 59, 191-200.
- Glickman, S.G., Marn, C.S., Supiano M.A., Denge D.R. (2004). *Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity*. *Journal Appllied Physiology*, 97(2), 509-514.
- Gnudi, S., Sitta, E., & Fiumi, N. (2007). *Relationship between body composition and bone mineral density in women with and without osteoporosis: relative contribution of lean and fat mass*. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 25, 326-332.

- Gorostiaga, Ayestaran, E. Calbet, J. A. I. (2001). *Evaluación del Deportista de ARD. Módulo 5.6.* - Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Madrid. Comité Olímpico Espanhol/Universidad Autónoma de Madrid.
- Gray, D.J. (1988). *Anatomia: estudo regional do corpo humano* (4). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Groothausen, J, Siemer H, Kemper H. C. G., Twisk J, Welten D. C., (1997). *Influence of Peak Strain on Lumbar Bone Mineral Density: An Analysis of 15-Year Physical Activity in Young Males and Females.* Pediatric Exercise Science, 9, 159-73.
- Guedes, D. P. Jr. (1997). *Personal training na musculação.* (2), Rio de Janeiro, NP.
- Guyton, A. (1988). *Fisiologia Humana.* (6), Editora Guanabara Koogan S.A.
- Guyton, AC, Hall JE. (2002). *Tratado de fisiologia médica..* Guanabara Koogan. (10), Rio de Janeiro
- Hallal, CZ, Marques NR, Gonçalves M., (2010). *O uso da vibração como método auxiliar no treinamento de capacidades físicas: uma revisão da literatura.* Motriz, 16(2),527-33.
- Hamill, J., Knutzen, K. M. (1999). *Bases Biomecânicas do Movimento Humano.* São Paulo, Manole.
- Harvey, N. C., Cole, Z.A., Crozier S.R., Kim M, Ntani G, Goodfellow L, et al. (2011). *Physical activity, calcium intake and childhood bone mineral: a population-based cross-sectional study.* Osteoporosis International. 23, 121-130.
- Haskell, W., Montoye, H. & Orenstein, D. (1985). *Physical activity and exercise to achieve health-related physical Fitness components.* Public Health Reports, 100, 202-212.
- Hart, D, Stobbe, T., Till, C. Plumer, R. (1984). *Effect of trunk stabilization on quadriceps femoris muscle torque.* Physical Therapy, 64 (9), 1375-1380.

- Heyward, V. H. (1991). *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. (2), 169-170, 218-219, Champaign, Illinois, Human Kinetics Publishers.
- Holcomb, W., Rubley, M., Lee, H., & Guadagnoli, M. (2007). *Effect of hamstring-emphasized resistance training on hamstrings: Quadriceps strength ratios*. Journal of Strength and Conditioning Research, 21 (1), 41-47.
- Hole, C. D., Smith, G.H., Hammond, J., Kumar, A., Saxton, J., Cochrane, T. (2000). *Dynamic control and conventional ratios of the quadriceps and hamstrings in subjects with anterior cruciat ligament deficiency*. Ergonomics, 43(10), 1603-9.
- Ho, C.P., Kim, R.W., Schaffler, M.B., Sartoris, D.J. (1990). *Accuracy of dual-energy radiographic absorptiometry of the lumbar spine: cadaver study*. Radiology, 176(1), 171-173.
- Iga, J., George, K., Lees, A., Reilly, T. (2009). *Cross-sectional investigation of indices of isokinetic leg strength in youth soccer players and untrained individuals*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19(5), 714-719.
- International Osteoporosis Foundation (2014). *Prevening Osteoporosis*. Retrieved April 13, from **<http://www.iofbone-health.org/preventing-osteoporosis>**.
- Issurin, V. B., Liebermann, D. G., Tenenbaum, G., (1994). *Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility*. Journal of Sports and Science, 12, 561-6.
- Johnston, C., Tyler, C., Mcfarlin, B., Poson, W., Haddock, K., Reeves, R., Foreyt, J. (2006). *Weight Loss in Overweight Mexican American Children*. A Randomized, Controlled Trial doi:10.1542/peds.-3321.
- Jones, D., Round, J., Haan. A. (2004). *Skeletal muscle from molecules to movement*. Churchill Livingstone.

- Jones, & Stratton, G. (2000). *Muscle function assessment in children*. Acta Pediatric, 89(7), 753-761.
- Jordan, M. J., Norris, S. R., Smith, D. J., Herzog, W. (2005). *Vibration training: An overview of the area, training consequences, and future considerations*. Journal of Strength and conditioning research, 19(2), 459-466.
- Junqueira, L. C., Carneiro, J. (2004). *Histologia básica*. (10). Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Junqueira, L. C. U., Carneiro, J. (1987). *Histologia básica*. (6). Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.
- Jürimäe, T., Sööt, T., & Jürimäe, J. (2005). *Relationships of anthropometrical parameters and body composition with bone mineral content or density in young women with different levels of physical activity*. Journal of Applied Physiology Applied Human, 24, 579-587.
- Kastl, S., Sommer, T., Klein, P., Hohenberger, W., Engelke, K. (2002). *Accuracy and precision of bone mineral density and bone mineral content in excised rat humeri using fan beam dual-energy x-ray absorptiometry*. Bone, 30(1), 243-246.
- Kannus, P. (1994). *Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation*. International Journal of Sports and Medicine, 15 (1), 11-18.
- Kellis, E., Baltzopoulos, V. (1995). *Isokinetic eccentric exercise*. Sports Medicine, 19(3), 202-222.
- Kemper, H. C., Twisk, J. W., van Mechelen, W., Post, G. B., Roos, J. C., Lips P. (2000). *A fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass*. The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. Bone, 27(6), 847-53.
- Kersch-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V. & Imhof, H. (2001). *Whole-body vibration exercise leads to*

- alterations in muscle blood volume*. Clinical physiology (Oxford, England), 21, 3, 77–382.
- Khan, K., McKay, H. A., Kannus, P., Bailey, D., Wark, J., Bennell, K.L. (2001). *Physical activity and bone health*. United States: Human Kinetics. 87-97.
- Kierszenbaum, A. L. (2004). *Histologia e biologia celular. Uma introdução à patologia*. New York. Elsevier Editora Ltda.
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., Croisier, J. L. (2009). *Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players*. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 19(2), 243-251.
- Lima, F., Falco, V., Baima, J., Carazzato, J. G., Pereira, R. M. R. (2001). Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. Medicine & Science in Sports & Exercise, 33, 1318-23.
- Lohman E., Petrofsky, J., Maloney-Hinds, C., Betts-Schwab, H. & Thorpe, D. (2007). *The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects*. Medical science monitor, International Medical Journal of Experimental and Clinical Research, 13(2), 71–76.
- Lohman, T. G. (1996). *Dual energy x-ray absorptiometry*. In Human body composition, A.F. Roche, S.B. Heymsfield, editor, Lohman TG., and T.G. Lohman, editor. Champaign, Illinois; Human Kinetics, 63-78.
- Lopes, V., Maia, J. & Mota, J. (2000). *Aptidões e Habilidades Motoras – Uma Visão Desenvolvimentista*. Lisboa, Edição Livros Horizonte.
- Lund, H., Sondergaard, K., Zachariassen, T., Christensen, R., Bulow, P., Henriksen, M. et al. (2005). *Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reability and comparability of Biodex and Lido dynamometers*. Clinical Physiology Functional Imaging, 25:75-82.

- Luo, J., Mcnamara, B. P., Moran, K. (2007). *Influence of Resistance Load on Electromyography Response to Vibration Training with Sub-maximal Isometric Contractions*. International Journal of Sports Science and Engineering, 1(1), 45-54.
- Luo, J., Mcnamara, B. P., Moran, K. (2005). *The Use of Vibration Training to Enhance Muscle Strength and Power*. Sports Medicine, 35, (1), 23-41.
- Maia, J., Lopes, V. P. & Morais, F. P. (2001). *Actividade Física e Aptidão Física Associada à Saúde*. Um Estudo de Epidemiologia Genética em Gémeos e suas Famílias. Realizado no Arquipélago dos Açores. Porto. Editores FCDEF 102 UP/Direção Regional de Educação Física e Desporto da Região Autónoma dos Açores.
- Malina, R. M. (1990b). *Exercise and influence upon growth*. Clinical Pediatrics. 8,16-26.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., Scares, J. (2004). *Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players*. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 44(2), 119-125.
- Mahieu, N., Witvrouw, E., Van De Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V. & VanDen Broecke, W. (2006). *Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training*. Journal of Athletic Training, 41(3) 286–293.
- Marin, P.J., Rhea, M. R., (2010). *Effects of vibration training on muscle strength: a metaanalysis*. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(2), 548 – 556.
- Martins, R. (2006) *Exercício Físico e Saúde Pública*. Lisboa. Livros Horizonte
- Martin, B. J., Park, H. (1997) *Analysis of the tonic vibration reflex: influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue*. European Journal of Applied Physiology, 75, 504-511.
- Mathews, G. G. (2003). *Cellular physiology of nerve and muscle*. (4). Blackwell Publishing.

- McComas, A. J. (1996). *Skeletal muscle form and function*. Human Kinetics.
- Mendonça, L. M., Bittencourt, N. F. N., Anjos, M. T. S., Silva, A. A., Fonseca, S. T. (2010). *Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino*. Revista Brasileira Medicina do Esporte.
- Mesa-Ramos, M. (2010). *Clinical practice guidelines*. Madrid. Osteoporosis.
- Modlesky, C. M., Lewis, R. D. (2002). *Does exercise During Growth Have a Long-Term Effect on Bone Health*. Exercise Sport Science Review, 30 (4), 171-176.
- Morrissey, M. C, Hooper, D. M., Drechsler, W. I. & Hill, H. J., (2004). *Relationship of leg muscle strength and knee function in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction*. Scandinavian Journal Medicine Science Sports, 14; 360-366.
- Mota, J. (1992b). Educação e Saúde Contributo da Educação Física. Oeiras. Edição Câmara Municipal de Oeiras. Divisão de Cultura, Desporto e Turismo Serviço Municipais de Desporto.
- Mota, J. & Duarte, J. A. (1999). *Estilos de Vida Activo e Saúde*. Lisboa. Sociedade Portuguesa de Educação Física, 17/18, 47-60.
- Nazarov, V., Spivak, G., (1987). *Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method*. Theory and Practice of physical Culture (Moscow), 12, 37-9.
- Nelson, A. G., Guillory, I. K., Cornwell, A., Kokkonen, J. (2001b) *Inhibition of maximal voluntary isokinetic torque production following stretching is velocity specific*. Journal of Strength and Conditioning Research, 15, 241-6.
- Nobre, M., Figueiredo, T., Simão, R. (2010). *Influência do método agonista-antagonista no desempenho do treinamento de força para membros inferiores*. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, 4(22), 397-401.

- Oliveira, W. L., Silva, R. D., Custódio, I. J. O., & de Barcelos, S. A. M. G. (2011). *Análise da influência da plataforma vibratória no desempenho do salto vertical em atletas de futebol: ensaio clínico randomizado*. *Fisioterapia em Movimento*, 24(2).
- Özçakar, L., Kunduracyoolu, B., Cetin, A., Ülkar, B., Guner, R., & Hascelik, Z. (2003). *Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance*. *Br. Journal of Sports and Medicine*, 37, 507-510.
- Pettersson, U., Nordstrom, P., Alfredson, H., Henriksson-Larsen, K., Lorentzon, R. (2000). *Effect of high impact activity on bone mass and size in adolescent fe males: A comparative study between two different types of sports*. *Calcified Tissue International - Springer*, 67, 207-214.
- Perrin, D. (1993). *Isokinetics exercise and assessment*. Human Kinetics Publishers, 57-65.
- Plank, L. D. (2005). *Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition*. *Current Opinion Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 8(3), 305-309.
- Pessoa, J. H. L., Lewin, S, Longui, C. A., Mendonça, B.B., Bianco, A.C. (1997). *Densidade mineral óssea: correlação com peso corporal, estatura, idade óssea e fator de crescimento símile à insulina*. *Journal Pediatric*, 73(4), 259-264.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). *The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 867-873.
- Platonov, V. N., Bulatova, M., (1998). *Lá preparacion física, deporte e entrenamiento*. Paidotribo.
- Power, K., Behm, D., Cahill, F., Carrol, M., Young, W. (2001). *An Acute Bout of Static Stretching: Effects on Force and Jumping Performance*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), 1389-96.

- Puhl, W., Noack, W., Scharf, HP., Sedunko, F. (1988). *Isokinetisches Muskeltraining in Sport und Rehabilitation*. Perimed Fachbuch – Verlagsgesellschaft mbH. Erlangen.
- Rahnama, N., Lees, A., Bambaecichi, E. (2005). *A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players*. *Ergonomics*, 48(11-14), 1568-75.
- Raimundo, A. M., Gusi, N., & Tomas-Carus, P. (2009). *Fitness efficacy of vibratory exercise compared to walking in postmenopausal women*. *European Journal of Applied Physiology*, 106(5), 741-748.
- Ramos, E., Frontera, W. R., Llopart, A., Feliciano, D. (1998). *Muscle strength and hormonal levels in adolescents: gender related differences*. *International Journal of Sports Medicine*, 19(8), 526-31.
- Rauch, F., & Schoenau, E. (2001). *Changes in bone density during childhood and adolescence: an approach based on bone's biological organization*. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 16, 597-604.
- Rauch, F. (2009). 'Vibration therapy: review'. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(3) 166-168.
- Reid, I. R. (2002). *Relationships among body mass, its components, and bone*. *Bone*, 31, 547-555.
- Reilly, T., Bangsbo, J., & Franks, A. (2000). *Anthro-pometric and physiological predispositions for elite soccer*. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 669-683.
- Ridder, C. M., Kemper, H. C. G., Bertens, M. J. M., Van Gameren, A. C. L., Ras E., Voogd J. & Dlelemaarre Van Der Waal, (2002). *Concurrent validity of a weight-bearing activity questionnaire in prepubertal and pubertal girls and boys*. *Annals of Human Biology*, 29, 237-246.
- Robbins, D.W., Young, W. B., Behm, D. G., Payne, W. R., Klimstra, M. D. (2010). *Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength*

- training*. Journal of Strength and Conditioning Research, 24(5), 1237-1245.
- Roelants, M., Delecluse, C., Verschueren, S. (2004). *Whole-Body Vibration Training Increases Knee Extension Strength and Speed of Movement in Older Women*. Journal of the American Geriatrics Society, 52, 901-908.
- Ronnenberg, S. E., Gehlbach, A. G., Lin, R., Bertone-Johnson, S. H. (2010), *The Association of Lean Mass and Fat Mass With Peak Bone Mass in Young Premenopausal Women*. Journal of Clinical Densitometry, 13.
- Rowland, T. W. (1990). *Exercise and Children's Health*. Champaign, Illinois, Human Kinetics Publishers.
- Sandoval, R. A., Canto, R. S. T. & Baraúna, M. A. (2004). *Dinamómetro analógico adaptado: um dispositivo para medir o torque muscular*. Revista Digital – Buenos Aires, 10 (76). Em [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com).
- Sardinha, L. (1997). *Avaliação da composição corporal*. In, *Actividade física e medicina moderna*. Themudo Barata e colaboradores. Europress. 13,167-180.
- Secora, C. A., Latin, R. W., Berg, K. E., Noble, J. M. (2004). *Comparison of physical and performance characteristics of NCAA Division I football players: 1987 and 2000*. Journal of Strength and Conditioning Research, 18, 286-291.
- Silva, M., Sobral, F. & Malina, R. (2003). *Discussão Sobre o Papel da Educação Física na Saúde Pública*. Horizonte, 110 (XIX), 18.
- Silva, C. C., Goldberg, T. B., Teixeira, A. S., & Dalmas, J. C. (2004). *Mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino: anos críticos para a aquisição da massa óssea*. Journal of Pediatrics, 80, 461-467.
- Schoenau, E. (2006). *Muscular system is the driver of skeletal development*. Annales Nestlé, 64, 55-61.

- Schoenau, E., Neu, C., Beck, B., Manz, F. & Rauch, F. (2002). *Bone mineral content per muscle cross-sectional area as an index of the functional muscle-bone unit*. Bone and Mineral Research, 17, 1095-1101.
- Sharkey, B. J. (1990). *Physiology of Fitness*. Champaign, Illinois, Human Kinetics Books, 3, 372-383.
- Shephard, R. J. (1990). *Physical activity and cancer*. International Journal of Sports Medicine, 11, 413-20.
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M. e Croisier, J. L. (2009). *Explosive strength imbalances in professional basketball players*. Journal of Athletic Training, 44(1), 39.
- Schmitz, R. J., Weswood, KC. (2001). *Knee extensor electromyography activity-to-work ratio is greater with isotonic than isokinetic contractions*. Journal of Athletic Training , 36(4), 384-387.
- Schwingel et al. (2003) Rotadores externos e internos de ombros de meninos nadadores pré-púberes. Revista brasileira de medicina do esporte, 9(6), 7-8.
- Schumann, R. F., & Wibeling, L. M. (2008). *Avaliação do torque muscular de flexores e extensores de joelho de indivíduos idosos*. Trabalho de Conclusão de Curso Fisioterapia –Universidade de Passo Fundo - UPF, Rio grande do Sul.
- Slosman, D. O., Casez, J. P., Pichard, C., Rochat, T., Fery, F., Rizzoli, R., et al. (1992). *Assessments of whole-body composition with dual-energy x-ray absorptiometry*. Radiology, 185(2), 593-98.
- Speiser, P. W., Rudolf, M. C., Anhalt, H. (2005). *Childhood obesity*. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 90, 1871–1887.
- Stickley, C., Hetzler, R., Freemyer, B., & Kimura, I. (2008). *Isokinetic Peak Torque Ratios and Shoulder Injury History in Adolescent Female Volleyball Athletes*. Journal of Athletic Training, 43(6), 571–577.

- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., Trudeau, F. (2005). *Evidence based physical activity for school-age youth*. Journal of Pediatrics, 146(6), 732-7.
- Tartaruga, M. P., Ambrosini, A. B., Mello, A., Severo, C. R. (2005). *Treinamento de força para idosos: uma perspectiva de trabalho multidisciplinar*. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, 10, (82).  
Em <http://www.efdeportes.com/efd82/treinam.htm>
- Terreri, António, Greve, Júlia, Amatuzzi, Marco, (2001). *Avaliação Isocinética no joelho do atleta*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. São Paulo, 7(5).
- Tillaar, R. (2012). *The effect of 6 months of whole body vibration training on strength in postmenopausal women*. Motricidade, Fundação Técnica e Científica do Desporto Portugal, 8(1), 41-50.
- Torvinen, S., Sievanen, H., Jarvinen, T. A. H., Passanen, M., Kontulainen, S., Kannus, P. (2002b). *Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A randomized cross-over study*. International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, 23, 374-379.
- Travison, T. G., Araujo, A. B., Esche, G. R., Beck, T. J., & McKinlay, J. B. (2008). *Lean mass and not fat mass is associated with male proximal femur strength*. Journal of Bone and Mineral Research, 23(2), 189-198.
- Tremblay, A., Despres, J. & Bouchard, C. (1988). *Alteration in body fat and Body Fat distribution with exercise*. In: C. Bouchard, Johnston, F.E. (Eds.), *Fat distribution during growth and later health outcomes*, 297-312.
- U.S. Department of Health and Human Services (2004). *Bone Health and Osteoporosis*. A report of the Surgeon General. Rockville, MD.
- Vélez, M. (1992). *El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto*. Apuntes medicina de l Esport, 29, 139-156.

- Vittori, C. (1990). *El entrenamiento de la fuerza para el sprint*. Revista de Entrenamiento Deportivo (R.E.D.), 4 (3), 2-8.
- Wehrle, E., Liedert, A., Heilmann, A., Wehner, T., Bindl, R., Fischer, L. & Ignatius, A. (2015). *The impact of low-magnitude high-frequency vibration on fracture healing is profoundly influenced by the oestrogen status in mice*. Disease models & mechanisms, 8 (1), 93-104.
- Weineck, J. (1999). *Treinamento ideal*. (9), São Paulo, Manole.
- Wiebelinger, Lia, M. (2009). *Fisioterapia em Reumatologia*. Editora Revinter.
- Wibeling, Lia, Mara. (2007). *Avaliação da força muscular (torque muscular) de flexores e extensores de joelho em indivíduos idosos socialmente ativos*. Repositório Institucional, PUCRS, em <http://hdl.handle.net/10923/3616>
- Yohannes, A. M., Doherty, P., Bundy, C. et al., (2010). *The long-term benefits of cardiac rehabilitation on depression, anxiety, physical activity and quality of life*. Journal of Clinical Nursing, 19, 2806-13.
- Young, D., Hopper, J. L., Macinnis, R. J., Nowson, C. A., Hoang, N. H., & Wark, J. D. (2001). *Changes in body composition as determinants of longitudinal changes in bone mineral measures in 8 to 26-year-old female twins*. Osteoporosis Int, 12, 506-515.
- Zahner, L., Puder, J. J., Roth, R., Schmid, M., Guldemann, R., Pühse, U., Knöpfli, M., Braun-Fahrlander, C., Marti, B., Kriemler, S. (2006). *A school-based physical activity program to improve health and fitness in children aged 6–13 years. ("Kinder-Sportstudie KISS")*, study design of a randomized controlled trial. BMC Public Health, 6, 147.
- Zhu, K., Briffa, A., Smith, J., Mountain, A. M., Briggs, S., Lye, C., Pennell, L., Straker, J. P., Walsh (2014). *Gender differences in the relationships between lean body mass, fat mass and peak bone mass in young adults*. Osteoporosis International, 25, 1563-1570.

Zatsiorsky, V. M. (1999). *Ciência e prática do treinamento de força*. (2). São Paulo, Phorte.

## ANEXO 1 – DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO.



### DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Tendo por base a intenção de efetuar um projeto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma informar e solicitar a sua colaboração para a referida investigação.

O estudo destina-se a jovens do género feminino com idades compreendidas entre os dezasseis e os vinte e um anos de idade.

Pretendemos avaliar o índice de massa corporal (IMC), a densidade mineral óssea (DMO) e a capacidade funcional muscular (CFM).

Para que possamos alcançar o objetivo mencionado, pretendemos avaliar as jovens durante um período de seis meses. As avaliações serão efetuadas recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3), a densidade mineral óssea será avaliada pelo aparelho DEXA, e potência Muscular será avaliada pelo aparelho Globus Ergometer.

Este projeto será controlado e implementado por uma equipa de investigadores liderada pelo Prof. Dr. Armando Raimundo, e Prof. Dr. Nuno Batalha.

Vimos então pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projeto. Todos os dados serão tratados de forma confidencial e usados exclusivamente para fins académicos/científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do BI nº \_\_\_\_\_

Declaro que li e compreendi as características do projeto exposto, e autorizo o meu educando (a) \_\_\_\_\_ a colaborar no estudo supracitado.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

Assinatura \_\_\_\_\_

Nº de contacto (telemóvel) \_\_\_\_\_

## ANEXO 2 – ESCALA PARA DETERMINAR A MAGNITUDE DO EFEITO NA INVESTIGAÇÃO DO TREINO DA FORÇA.

Table 3: Scale for determining the magnitude of effect sizes in strength training research (Rhea, 2004a, p. 919)

| Magnitude | Untrained | Recreationally trained | Highly trained |
|-----------|-----------|------------------------|----------------|
| Trivial   | < 0.50    | < 0.35                 | < 0.25         |
| Small     | 0.50-1.25 | 0.35-0.80              | 0.25-0.50      |
| Moderate  | 1.25-1.9  | 0.80-1.50              | 0.50-1.0       |
| Large     | > 2.0     | > 1.50                 | > 1.0          |

Untrained = individuals who have not been consistently trained for 1 year; recreationally trained = individuals training consistently from 1-5 years; highly trained = individuals training for at least 5 years.

### ANEXO 3 – TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DO I.M.C.

| Clasificación      | IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) | Riesgo     |
|--------------------|--------------------------|------------|
| Normal             | 18.5 - 24.9              | Promedio   |
| Sobrepeso          | 25 - 29.9                | Aumentado  |
| Obesidad grado I   | 30 - 34.9                | Moderado   |
| Obesidad grado II  | 35 - 39.9                | Severo     |
| Obesidad grado III | Más de 40                | Muy Severo |

Fuente: OMS (Organización Mundial de la Salud)

## ANEXO 4 – NOMOGRAMA DE LEWIS, PARA DETERMINAR A POTÊNCIA DE SALTO

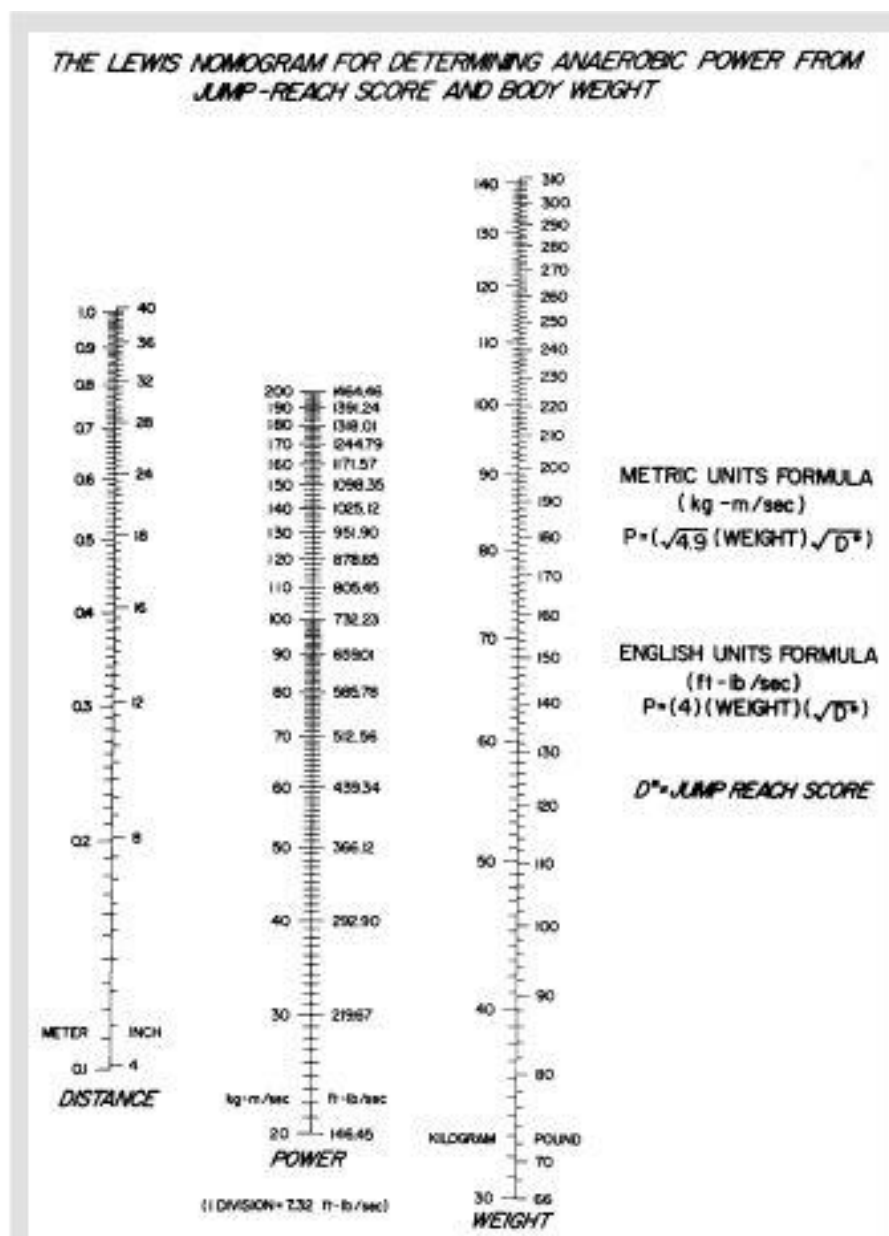


Figura LC-3:1: Versión Original del Nomograma de Lewis para la Determinación de la Potencia. Este nomograma te permite estimar la potencia anaeróbica generada para la prueba del salto vertical. (De: *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*, p. 500, por E. L. Fox y D. K. Mathews, 1976. Philadelphia, PA: Saunders. Copyright 1976 por Saunders)